

---

---

# ВЕСТНИК НГАУ

(Новосибирский  
государственный  
аграрный  
университет)

---

---

## Научный журнал

№ 1 (26)  
январь – март 2013

Учредитель:  
ФГБОУ ВПО  
«Новосибирский  
государственный  
аграрный университет»

Выходит ежеквартально  
Основан  
в декабре 2005 года

Зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере связи и массовых  
коммуникаций  
ПН № ФС 77-35145

Адрес редакции:

630039, Новосибирск,

ул. Добролюбова, 160, 1-й этаж,

журнал «Вестник НГАУ»

Телефоны: 8 (383) 264-23-62;

264-25-46 (факс)

Электронная версия журнала на

сайте: [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

E-mail: [vestnik.nsau@mail.ru](mailto:vestnik.nsau@mail.ru)

Подписной индекс издания 99164

Тираж 320 экз.

---

---

### Редакционный совет:

**А. С. Денисов** – д-р техн. наук, проф., председатель редакционной коллегии, гл. редактор

**Г. А. Ноздрин** – д-р вет. наук, проф., зам. главного редактора

**А. В. Шинделов** – канд. техн. наук, доц., проректор по науч. работе и междунар. связям

### Члены редколлегии:

**Ю. Н. Блынский** – д-р техн. наук, проф., директор Инженерного института

**Д. М. Воронин** – д-р техн. наук, проф. кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка

**С. Х. Вышегуров** – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой ботаники и физиологии растений

**Г. П. Гамзиков** – акад. Россельхозакадемии, д-р биол. наук, проф. кафедры агрохимии и почвоведения

**А. Б. Иванова** – д-р вет. наук, проф. кафедры фармакологии и общей патологии

**А. С. Донченко** – председатель СО Россельхозакадемии, акад. Россельхозакадемии, д-р вет. наук, зав. кафедрой эпизоотологии и микробиологии

**К. В. Жучаев** – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой частной зоотехнии и технологии животноводства, декан биолого-технологического факультета

**А. Ф. Кондратов** – президент университета, д-р техн. наук, проф.

**В. А. Коробов** – д-р биол. наук, проф., директор Сибирского НИИ защиты растений

**Г. М. Крохта** – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой механизации сельского хозяйства и производственного обучения

**В. С. Курчеев** – д-р юрид. наук, проф., зав. кафедрой административного права

**С. Н. Магер** – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой хирургии и внутренних незаразных болезней

**И. В. Морузи** – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой биологии, биоресурсов и аквакультуры

**Н. Н. Наплекова** – д-р биол. наук, зав. кафедрой агроэкологии и микробиологии

**А. Г. Незавитин** – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой экологии

**В. Л. Петухов** – д-р биол. наук, проф., директор НИИ ветеринарной генетики и селекции, зав. кафедрой ветеринарной генетики и биотехнологии

**А. П. Пичугин** – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теоретической и прикладной физики, декан факультета государственного и муниципального управления

**Ю. Г. Попов** – д-р вет. наук, проф., зав. кафедрой акушерства и патологии иммунной системы

**П. Н. Смирнов** – д-р вет. наук, проф., зав. кафедрой физиологии и биохимии животных

**В. А. Солошенко** – акад. Россельхозакадемии, директор ГНУ СибНИИЖ

**А. Т. Стадник** – д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой менеджмента, декан экономического факультета

**Р. А. Цильке** – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой селекции и генетики сельскохозяйственных растений

**М. В. Штерншис** – д-р биол. наук, проф. кафедры энтомологии и биологической защиты растений

---

---

*Технический редактор О. Н. Мищенко*

*Компьютерная верстка Т. А. Измайлова*

*Переводчик Г. Н. Короткова*

*Подписано в печать 11 марта 2013 г.*

*Формат 60x84 1/8. Объем 17,5 уч.-изд. л. Бумага офсетная.*

*Гарнитура «Times». Заказ № 771*

---

---

*Отпечатано в типографии издательства НГАУ*

*630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.*

*Тел./факс (383) 267-09-10. E-mail: [vestnik.nsau@mail.ru](mailto:vestnik.nsau@mail.ru)*

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

|  |    |
|--|----|
| <i>Банкрутенко А. В.</i> Методы борьбы с сорняками в поливидовых посевах в подтаежной зоне Западной Сибири .....   | 7  |
| <i>Галеева Л. П.</i> Фосфатный режим чернозёмов выщелоченных Приобья при разных способах внесения удобрений .....  | 10 |
| <i>Дымина Е. В., Вышегуров С. Х.</i> Качество зерна яровой пшеницы Новосибирская 22 в условиях северной лесостепи Приобья .....  | 16 |
| <i>Кириченко А. А., Торопова Е. Ю.</i> Биологические особенности сибирской популяции грибов рода <i>Alternaria</i> .....   | 21 |
| <i>Колпаков Н. А.</i> Урожайность пекинской капусты при различных сроках выращивания .....   | 26 |
| <i>Ксензова Т. Г.</i> Продуктивность лука репчатого при подзимней посадке севка .....  | 29 |
| <i>Кунанбаев К. К., Власенко Н. Г.</i> Влияние гербицидов на некоторые микроорганизмы южного карбонатного чернозема .....  | 32 |
| <i>Семендяева Н. В., Карловец Л. А., Крупская Т. Н.</i> Морфологическое строение и агрофизические свойства чернозёмов выщелоченных Новосибирского Приобья в длительных разновидовых севооборотах ..... | 37 |

### ЖИВОТНОВОДСТВО

|  |    |
|--|----|
| <i>Бакай А. В., Мухтарова О. М., Мухтаров А. М.</i> Влияние кросса линий на живую массу племенных телок .....  | 43 |
| <i>Князев С. П., Никитин С. В., Ермолаев В. И.</i> Генетика крупноплодности свиней: половой диморфизм и генетический контроль массы новорожденных поросят .....                      | 46 |
| <i>Коцюбенко А. А.</i> Морфологические и биохимические показатели крови кроликов, выращенных по разным технологиям .....   | 57 |
| <i>Углов В. А., Вольф Т. Т., Долгушина В. П., Бородай Е. В., Перфильева С. Н.</i> Комбинированные корма для продуктивных и непродуктивных животных .....                             | 61 |
| <i>Халина О. Л., Жучаев К. В., Папшев С. В.</i> Иммунобиохимический статус и продуктивность поросят в условиях промышленной технологии при использовании пробиотика зоовестина ..... | 65 |

### ВЕТЕРИНАРИЯ

|   |    |
|---|----|
| <i>Белобороденко А. М., Белобороденко М. А., Белобороденко Т. А., Пилявских О. Ю., Дёмкина А. В., Родин И. А.</i> Воспроизводительная функция у телок в условиях инновационных технологий и методы ее коррекции ..... | 69 |
| <i>Бойко Т. В.</i> Токсикокинетические особенности неоникотиноида Конфидора Экстра® в организме крыс .....  | 74 |
| <i>Данилов М. С.</i> Некоторые вопросы этиологии маститов у коров в хозяйствах Восточного Казахстана .....  | 79 |
| <i>Некрасова С. А.</i> Молочная продуктивность и технологические свойства молока коров при действии метионинсодержащих препаратов .....   | 82 |
| <i>Самотаев А. А., Зайцева Ю. В.</i> Структурно-функциональные особенности конечного мозга галки с разным уровнем рассудочной деятельности (плоскостные измерения) .....  | 85 |
| <i>Чебаков С. Н.</i> Морфология и кровоснабжение сетки у маралов в постнатальном онтогенезе .....   | 93 |

## CONTENTS

### FARMING

|  |    |
|--|----|
| <i>Bankrutenko A. V.</i> Methods to control weeds in polyspecies seedings in the subtaiga area in West Siberia .....   | 7  |
| <i>Galeeva L. P.</i> Phosphate regime of black soils leached in Preobye under different techniques of fertilizers application .....  | 10 |
| <i>Dymina E. V., Vyshegurov S. Kh.</i> Grain quality of spring wheat Novosibirskaya 22 under the conditions of Preobye's northern forest-steppe .....  | 16 |
| <i>Kirichenko A.A., Toropova E. Yu.</i> Biological characteristics of Siberian population of <i>Alternaria</i> family fungi .....  | 21 |
| <i>Kolpakov N.A.</i> Beijing cabbage productivity under different cultivation dates .....  | 26 |
| <i>Ksenzova T. G.</i> Bulb onion productivity with the sets planted for winter .....   | 29 |
| <i>Kunanbaev K. K., Vlasenko N. G.</i> Influence of herbicides upon some microorganisms of southern carbonate black soils .....  | 32 |
| <i>Semendyaeva N. V., Karlovets L. A., Krupskaya T. N.</i> Morphological structure and agrophysical properties of the leached black soils of Novosibirsk Preobye in continuous different species rotations ..... | 37 |

### LIVESTOCK FARMING

|  |    |
|--|----|
| <i>Bakai A.V., Mukhtarova A. M., Mukhtarov A. M.</i> The influence of line cross upon live weight of pedigree heifers .....  | 43 |
| <i>Knyazev S.P., Nikitin S. V., Ermolaev V.I.</i> Genetics of pig fetus large size: sex dimorphism and genetic control of new born piglet weight .....                                 | 46 |
| <i>Kotsubenko A. A.</i> Morphological and biochemical blood indexes of rabbits grown up with different technologies .....  | 57 |
| <i>Uglov V.A., Volf T. T., Dolgushina V.P., Borodai E. V., Perfilyeva S. N.</i> Combine feeds for productive and non-productive animals .....  | 61 |
| <i>Khalina O. L., Zhuchaev K. V., Papshev S. V.</i> Piglet immune biochemical status and productivity under conditions of industrial technology with probiotic Zoovestin applied ..... | 65 |

### VETERINARY MEDICINE

|   |    |
|---|----|
| <i>Beloborodenko A.M., Beloborodenko M.A., Beloborodenko T.A., Pilyavskikh O. Yu., Demkina A. V., Rodin I.A.</i> Heifer reproductive function under conditions of innovative technologies and methods of its correction ..... | 69 |
| <i>Boiko T. V.</i> Toxicokinetic characteristics of neonicotinoids of Konfidora Extra® in rats .....  | 74 |
| <i>Danilov M.S.</i> Some issues of mastitis etiology in the cows of Eastern Kazakhstan farms .....  | 79 |
| <i>Nekrasova S.A.</i> Cow milk productivity and technologic properties under the effects of methionine-containing preparations .....  | 82 |
| <i>Samotaev A.A., Zaitseva Yu. V.</i> Functional and structural characteristics of daw's ( <i>Corvus monedula</i> ) telencephalon with different noopsyche levels (planar measurements) .....                                 | 85 |
| <i>Chebakov S. N.</i> Fore stomach morphology and blood supply in postnatal ontogenesis of Siberian stags .....   | 93 |

## СОДЕРЖАНИЕ

---

### МЕХАНИЗАЦИЯ

|  |     |
|--|-----|
| <i>Алейников А. Ф.</i> Автоматизированный синтез принципов действия технических средств.....   | 99  |
| <i>Валентов А. В., Коноводов В. В., Агафонова Е. В.</i> Прогнозирование остаточных и эксплуатационных напряжений при пайке резцов для обработки наплавленных поверхностей..... | 107 |
| <i>Докин Б. Д., Степчук С. А., Ёлкин О. В., Чекусов М. С.</i> Обоснование выбора технологий и технических средств для возделывания зерновых культур в условиях Сибири.....     | 111 |
| <i>Евдокимов Ю. И., Осипова О. И.</i> Кинематические свойства зубчато-рычажного механизма с четырёхзвенной трёхповодковой структурной группой.....                             | 119 |
| <i>Копченов А. А.</i> Определение скорости перемещения материала криволинейным равномерно вращающимся элементом по прямолинейному участку поверхности .....                    | 125 |
| <i>Крохта Г. М., Иванников А. Б.</i> Эксергетический коэффициент полезного использования теплоты сгоревшего в двигателе топлива .....  | 130 |
| <i>Крохта Г. М., Хомченко Е. Н.</i> Эксергетическая оценка эффективности газотурбинного наддува тракторного двигателя .....  | 135 |

### ЭКОНОМИКА

|   |     |
|---|-----|
| <i>Рудой Е. В., Афанасьев Е. В., Пыжикова Н. И., Григорьев Н. В.</i> Анализ тенденций и перспектив развития агропромышленного производства СФО..... | 141 |
| <i>Стадник А. Т., Чернова С. Г., Тен Ен Дог.</i> Сдерживающие факторы инновационного развития АПК региона и стратегия его регулирования.....        | 146 |
| <i>Сучков А. И., Гусева Е. В.</i> Эффективность производства продукции птицеводства в интегрированном агроформировании .....                        | 152 |
| <i>Чиркова И. Г., Слепченко А. В., Полякова Е. В.</i> Предпосылки инвестиционной активности сельского населения.....                                | 156 |

### ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

|   |     |
|---|-----|
| <i>Ермолик В. Б.</i> Федеральный заказник «Кирзинский»: программа рекультивации земель и комплексной биотехнии для восстановления кормовой базы диких животных..... | 162 |
|---|-----|

## CONTENTS

---

---

### FARM MECHANIZATION

|   |     |
|---|-----|
| <i>Aleinikov A. F.</i> Automated synthesis of the principles of technical means operation .....   | 99  |
| <i>Valentov A. V., Konovodov V. V., Agafonova E. V.</i> Forecasting residual and operational stresses when welding the cutters to treat the surfacing .....                           | 107 |
| <i>Dokin B. D., Stepchuk S. A., Elkin O. V., Chekusov M. S.</i> Rationale for the choice of technologies and technical means to cultivate grain crops under Siberian conditions ..... | 111 |
| <i>Evdokimov Yu. I., Osipova O. I.</i> Kinematic properties of the gear-lever mechanism with a four-member three drag-bar structural group.....                                       | 119 |
| <i>Kopchenov A. A.</i> Determining the rate of material displacement with a curved regular revolving element across a straight linear region of the surface.....                      | 125 |
| <i>Krokhta G. M., Ivannikov A. B.</i> Exergy coefficient of economic utilization of the heat from engine-burnt fuel .....   | 130 |
| <i>Krokhta G. M., Kgomchenko E. N.</i> Exergy estimation of gas turbocharger efficiency in tractor engine .....   | 135 |

### ECONOMICS

|  |     |
|--|-----|
| <i>Rudoy E. V., Afanasyev E. V., Pyzhikova N. I., Grigoryev N. V.</i> Analyses of the tendencies and prospects of agricultural production advance in Siberian Federal Okrug (SFO)..... | 141 |
| <i>Stadnik A. T., Chernova S. G., Dog Ten En.</i> Restricting factors of innovation advance in the regional AIC and strategy of its regulation.....                                    | 146 |
| <i>Suchkov A. I., Guseva E. V.</i> Poultry farming output efficiency in integrated agrodevelopment.....  | 152 |
| <i>Chirkova I. G., Slepchenko A. V., Polyakova E. V.</i> Prerequisites of rural population investment activity .....   | 156 |

### CHRONICLE, EVENTS, FACTS

|   |     |
|---|-----|
| <i>Yermolik V. B.</i> Federal preserve «Kirsinsky»: the program of land reclamation and complex biotechnic to restore feed reserve for wild animals ..... | 162 |
|---|-----|

---

---

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

### Требования к статьям, предоставляемым для опубликования в журнале «Вестник НГАУ»

1. Статьи, предоставляемые в редакцию журнала, должны содержать статистически обработанные результаты научных исследований, имеющих теоретическое и практическое значение для аграрной науки и практики.
2. Публикация обязательно должна быть подписана всеми ее авторами, а также научным руководителем.
3. Размер статей, включая приложения, должен быть не менее 5 и не более 10 страниц.
4. Авторы предоставляют (одновременно):
  - два экземпляра статьи в печатном виде без рукописных вставок на одной стороне листа формата А4. Текст печатается шрифтом Times New Roman, кегль 14, интервал строк 1,5. В названии файла указываются фамилия, имя, отчество автора, полное название статьи;
  - электронный вариант – на CD, DVD-дисках в формате DOC, RTF (диск с материалами должен быть маркирован: название материала, автор, дата);
  - фото, иллюстрации;
  - аннотацию (на русском и английском языках), УДК;
  - сведения об авторе (авторах): ФИО, должность, ученое звание, степень, место работы; телефоны: рабочий, домашний, мобильный, факс; домашний адрес; e-mail;
  - таблицы, графики и рисунки предоставляются в формате Word.
5. Порядок оформления статьи: УДК; название статьи (не более 70 знаков); инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень и звание, полное название научного учреждения, в котором проведено исследование; 5-10 ключевых слов; аннотация на русском и английском языках (120-180 знаков каждая), текст статьи, библиографический список.
6. Библиографический список (не менее трех источников) оформляется в порядке цитирования с указанием в тексте ссылки с номером в квадратных скобках по ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. Литература дается на тех языках, на которых она издана.
7. Примерный план статьи, предоставляемой для опубликования:
  - постановка проблемы, цель, задачи исследования;
  - условия, методы исследования, описание объекта, место и время проведения исследования;
  - результаты исследования и их обсуждение;
  - выводы;
  - библиографический список.
8. Если рукопись оформлена не в соответствии с данными требованиями, то она возвращается автору для доработки. Датой сдачи статьи считается день получения редакцией ее окончательного варианта.
9. Все рукописи перед публикацией в журнале проходят рецензирование, по результатам которого редколлегия принимает решение о целесообразности их публикации в журнале. В случае отказа в публикации редакция отправляет автору мотивированное обоснование отказа.

# ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.35 (571.1)

## МЕТОДЫ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ В ПОЛИВИДОВЫХ ПОСЕВАХ В ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**А. В. Банкрутенко**, кандидат сельскохозяйственных наук  
Тарский филиал Омского государственного аграрного  
университета им. П. А. Столыпина  
E-mail: bankrutav@mail.ru

**Ключевые слова:** поливидовой посев, агротехника, урожайность, зеленая масса, кормовые единицы, сорные растения, подтаежная зона, Западная Сибирь

*Применение мероприятий по уходу за кормовыми однолетними посевами позволяет получать высокие урожаи качественного корма в условиях подтаежной зоны Западной Сибири. При проведении боронования засоренность посевов уменьшается на 79–82 % по сравнению с вариантом без боронования и на 30–38 % по сравнению с довсходовым. В варианте без боронования засоренность от посева до появления всходов возрастает в 1,3–1,7 раза. Экономическая и энергетическая оценки подтверждают эффективность применения используемых мероприятий.*

Сорные растения являются неотъемлемой частью растительного сообщества. При формировании высокопродуктивных агроценозов не все уделяют должное внимание засоренности кормовых посевов, хотя она снижает урожайность и питательность зеленой массы в среднем по Российской Федерации на 15,8%. При этом около 25% всех потерь происходит из-за нарушения технологического процесса [1].

В настоящее время во многих хозяйствах не проводятся мероприятия по уходу за кормовыми однолетними посевами. Вся технология сводится к обработке почвы перед посевом, самому посеву и уборке. Поэтому мы в своих исследованиях по изучению агротехники двух- и трехкомпонентных смесей вернули в технологию до- и послевсходовое боронование. Выбор агротехнических методов борьбы с сорняками в посевах связан, прежде всего, с наименьшими энергозатратами, которые окупаются прибавкой урожая. Все остальные меры борьбы ведут к неоправданным материально-денежным и другим затратам. Так, например, при гербицидной обработке посевов может ухудшиться питательный состав корма,

который при поедании приводит к заболеванию и гибели сельскохозяйственных животных.

В связи с этим нами поставлена цель – изучить влияние применения до- и послевсходового боронования на урожайность и качество зеленого корма в однолетних поливидовых посевах в условиях подтаежной зоны Западной Сибири.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2011–2012 гг. в подтаежной зоне Омской области на полях отдела северного земледелия ГНУ СибНИИСХ. Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая с содержанием гумуса 2,7–3,0%; содержание азота – низкое, фосфора и калия – среднее. Мощность гумусового горизонта 18–20 см. Реакция почвенного раствора – слабокислая. Погодные условия 2011–2012 гг. сильно различались: 2011 г. был теплый и влажный (ГТК 1,2), 2012 г. – жаркий и недостаточно увлажненный (ГТК 0,8).

Полевые опыты закладывали согласно существующим методическим указаниям по зерновым

яровым предшественникам. Площадь делянки 35 м<sup>2</sup> (учетная площадь – 24 м<sup>2</sup>), размещение – рендомизированное, повторность – четырехкратная. Схема опыта: 1) без проведения послеуборочного боронования; 2) проведение до- и послеуборочного боронования.

В опыте изучались смеси: овес + горох; овес + кормовые бобы и овес + горох + кормовые бобы. В исследованиях использовались сорта: овес Иртыш 21 (полная норма высева 6,0, в смесях 3,0 млн шт./га); горох Благовест (полная норма высева 1,2, в двухкомпонентных смесях 0,6, в трехкомпонентных – 0,3 млн шт./га); кормовые бобы Сибирские (полная норма высева 0,8, в двухкомпонентных смесях 0,4, в трехкомпонентных – 0,2 млн шт./га).

Агротехника в опыте – зональная для возделывания однолетних трав. Уборку поливидовых посевов проводили в период молочно-восковой спелости овса, что соответствовало периоду налива и образования бобов у зернобобовых культур.

Учеты и наблюдения проводили согласно «Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами». Урожайные данные обрабатывали методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов в изложении Б. А. Доспехова [2, 3].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основными сорными растениями в поливидовых однолетних посевах в годы исследований были просо куриное (*Echinochloa crusgalli*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), овсюг обыкновенный (*Avena fatua*) и ярутка полевая (*Thlaspi arvense*).

Мероприятия по уходу начали через 6–7 суток после посева – провели доуборочное боронование агрегатом БЗСС-1,0, при этом засоренность снизилась на 10–12 шт./м<sup>2</sup> по сравнению с вариантом без боронования (табл. 1).

Таблица 1

**Засоренность поливидовых посевов (в среднем за 2011–2012 гг.), шт./м<sup>2</sup>**

| Вариант                      | Количество сорняков |                         |                         |                            |
|------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                              | после посева        |                         | после появления всходов |                            |
|                              | без боронования     | довсходовое боронование | без боронования         | послеуборочное боронование |
| Овес + горох                 | 22                  | 10                      | 37                      | 7                          |
| Овес + кормовые бобы         | 18                  | 8                       | 24                      | 5                          |
| Овес + горох + кормовые бобы | 16                  | 6                       | 22                      | 4                          |

Наиболее засорены были двухкомпонентные смеси, особенно овес с горохом (22 шт./м<sup>2</sup>). Связано это с тем, что в данном посеве имеется больше свободного пространства для роста и развития сорняков, чем в посевах овса с кормовыми бобами и трехкомпонентной смеси. После появления всходов культурных растений, а именно в фазу 2–3 листьев у кормовых бобов и гороха, провели еще одно боронование агрегатом ЗБП-0,6, при этом засоренность снизилась на 30–38% по сравнению с доуборочным и на 79–82% по сравнению с вариантом без боронования. Боронование проводили по диагонали к направлению посева в полуденные часы, когда растения теряли тургор и становились менее ломкими. В варианте без боронования засоренность с момента посева до появления всходов возросла в 1,3–1,7 раза.

Проведенные мероприятия – до- и послеуборочное боронование не только сократили численность сорняков, но и освободили дополнительное

пространство для роста и развития культурных растений, уменьшили конкуренцию с сорняками (овес, горох и кормовые бобы практически полностью подавили оставшиеся сорняки) и улучшили водно-воздушный режим в почве. Это повлияло на формирование клубеньковых бактерий у гороха и кормовых бобов. Так, в посевах без боронования среднее количество клубеньков было 23–35 млн шт./га, а в варианте с боронованием – 28–40 млн шт./га, при этом клубеньки были крупнее и азотфиксация в них протекала активнее, о чём говорит тёмно-розовая окраска.

В общей структуре урожая зеленой массы доля сорняков находилась в пределах от 8 до 11% на фоне с боронованием и от 18 до 22% – без боронования. Наибольшая урожайность зеленой массы, сбор сухого вещества, кормовых единиц и обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином была получена на фоне с проведением мероприятий по уходу за посевами (табл. 2).

Таблица 2

**Продуктивность поливидовых однолетних посевов (в среднем за 2011–2012 гг.)**

| Смесь (А)                               | Зеленая масса, т/га | Сухое вещество, т/га | Кормовые единицы, т/га | Обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином, г | Обменная энергия, Мдж/га |
|---|---------------------|----------------------|------------------------|--|--------------------------|
| <i>Без боронования (В)</i>              |                     |                      |                        |  |                          |
| Овес + горох                            | 22,8                | 6,16                 | 4,68                   | 109,3  | 60,9                     |
| Овес + кормовые бобы                    | 30,7                | 8,23                 | 6,99                   | 111,6  | 80,63                    |
| Овес + горох + кормовые бобы            | 31,5                | 8,82                 | 7,50                   | 113,4  | 87,3                     |
| <i>Без послеवсходового боронования</i>  |                     |                      |                        |  |                          |
| Овес + горох                            | 23,1                | 6,48                 | 5,05                   | 114,3  | 64,9                     |
| Овес + кормовые бобы                    | 31,8                | 9,00                 | 7,74                   | 115,3  | 99,8                     |
| Овес + горох + кормовые бобы            | 32,3                | 9,04                 | 7,80                   | 116,9  | 100,4                    |
| <i>До- и послевсходовое боронование</i> |                     |                      |                        |  |                          |
| Овес + горох                            | 25,6                | 7,18                 | 5,60                   | 115,5  | 72,0                     |
| Овес + кормовые бобы                    | 33,1                | 9,37                 | 8,06                   | 117,4  | 103,9                    |
| Овес + горох + кормовые бобы            | 34,5                | 9,66                 | 8,11                   | 118,2  | 104,9                    |
| НСР <sub>05</sub> фактор А              | 4,2                 | 1,28                 | 2,06                   | 1,2  | 20,3                     |
| НСР <sub>05</sub> фактор В              | 1,2                 | 0,30                 | 0,28                   | 1,2  | 4,0                      |

Сравнивая поливидовые посева между собой, можно отметить, что более перспективными являются трехкомпонентные смеси, а также смесь овес + кормовые бобы, так как по всем показателям продуктивности по обоим фонам эти смеси существенно превосходили традиционную горохоовсяную смесь.

Согласно зоотехнической норме, на 1 к. ед. должно приходиться 100–110 г переваримого протеина, в наших исследованиях данный порог был превзойден во всех вариантах. Наибольшим по всем фонам он был у смеси овес + горох + кормовые бобы – 113,4; 116,9 и 118,2 г соответственно.

Математическая обработка подтвердила полученные закономерности, т. е. чем больше была засоренность (x) кормовых агроценозов, тем меньше сбор кормовых единиц (y):

– для варианта без проведения послевсходового боронования:

$$y = -0,192 \cdot x + 12,17 \quad (r = -0,99); \quad (1)$$

– для варианта с проведением до- и послевсходового боронования:

$$y = -0,893 \cdot x + 12,02 \quad (r = -0,95). \quad (2)$$

Расчеты экономической и энергетической эффективности показали, что наибольшая рентабельность и максимальный энергетический коэффициент были получены в вариантах с проведением до- и послевсходового боронования. Лучшая смесь – овес + горох + кормовые бобы с энергетическим коэффициентом, равным 5,8, и рентабельностью 118%, что на 1,3 и 19,1% больше, чем у овса с кормовыми бобами, и на 2,4 и 24,9% соответственно больше, чем у овса с горохом.

### ВЫВОДЫ

1. До- и послевсходовое боронование в условиях подтаежной зоны Западной Сибири существенно снижает засоренность поливидовых посевов с одновременным увеличением урожайности и повышением качества кормовой массы.
2. Перспективными смесями являются двухкомпонентные и трехкомпонентные с участием кормовых бобов, так как по всем показателям продуктивности зеленой массы они превосходят традиционную для зоны горохоовсяную смесь.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Василевский В. Д. Основы агрофитоценологии: учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2002. – 136 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.
3. Методика полевых опытов с кормовыми культурами / Всесоюз. НИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М., 1983. – 197 с.

METHODS TO CONTROL WEEDS IN POLYSPECIES SEEDINGS IN THE SUBTAIGA AREA IN WEST SIBERIA

A. V. Bankrutenko

*Key words:* polyspecies seedings, cultural practices, yielding capacity, green weight, feed units, weeds, subtaiga area, West Siberia

*The cultural practices to take care of the seedlings of annual forage plants allow to obtain high yields of quality feeds under the conditions of West Siberia's subtaiga. When harrowing, the seedlings infestation decreases by 79–82% as compared to the variant without harrowing and by 30–38% versus that before shoots emergence. With the variant without harrowing, the infestation from seeding to shoots emergence grows 1.3–1.7 times as much. Economy and energy estimation testifies to the efficiency of the cultural practices.*

УДК 633.11:631.82

ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЁМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ПРИОБЬЯ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Л. П. Галеева, кандидат сельскохозяйственных наук  
Новосибирский государственный аграрный университет  
E-mail: liub.galeeva @yandex.ru

**Ключевые слова:** фосфатный режим, чернозёмы выщелоченные, способы внесения удобрений, легкодоступный и подвижный фосфор, фракционный состав минеральных фосфатов

*Установлено, что чернозёмы выщелоченные северной лесостепи Приобья имеют низкое содержание фосфора в легкодоступной форме (I). Удобрения при всех способах внесения не компенсировали вынос этой формы фосфора пшеницей, а его содержание в пахотном слое уменьшалось в ряду: рядковый – локальный – разбросной. Содержание подвижного фосфора (Q) в чернозёмах выщелоченных – высокое, имеет слабую связь с легкодоступным фосфором (I) и не отражает реальной потребности растений в фосфоре. Ежегодное внесение удобрений в дозе  $N_{35}P_{42}K_{30}$  в рядки при посеве с семенами устойчиво поддерживало количество минеральных фосфатов в пахотном и увеличивало его в подпахотном слое почвы за счёт фосфатов активных фракций и обеспечивало урожайность яровой пшеницы 25–28 ц/га при минимальных материальных затратах на её получение.*

Установлено, что долевое участие фосфора в прибавке урожая от полного удобрения в зависимости от почвенно-климатических зон составляет 15–61% [1]. Высокая стоимость фосфорных удобрений при низком коэффициенте усвоения из них фосфора определяет необходимость поиска приёмов его эффективного использования из удобрений. Особого внимания заслуживает со-

вершенствование и модернизация рядкового внесения удобрений одновременно с посевом комбинированными сеялками. Уменьшение контакта фосфорных удобрений с почвой способствует длительному сохранению фосфора в доступной для растений форме, повышает на 5–10% коэффициент его использования и снижает на 10–30% дозы удобрений [2, 3].

Фосфатный режим почв, особенно Западной Сибири, провинциален и определяется минералогическим составом почвообразующих пород, проявлением осолонцевания и осолодения, величиной и качественным составом поглощённых оснований, реакцией среды, гранулометрическим составом почв, содержанием гумуса, его качественным составом и т. д. [4–8].

Цель данного исследования – изучить изменение фосфатного режима чернозёма выщелоченного в зерновом агроценозе при разных способах внесения удобрений.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влияние способов внесения минеральных удобрений на фосфатный режим чернозёма выщелоченного в зерновом агроценозе изучали в полевом опыте на учебно-опытном поле НГАУ учхоза «Тулинское» Новосибирской области. Способы внесения удобрений – разбросной (под весеннюю культивацию), рядковый (в рядки при посеве с семенами на глубину 5–6 см) и локальный (сеялкой СН-16 на глубину 10–12 см). Удобрения в 2006–2007 гг. вносили в виде азофоски (16% д.в.– 1:1:1) в дозе  $N_{43}P_{43}K_{43}$ , в 2008 г. – аммонизированного двойного суперфосфата ( $N - 18, P_2O_5 - 38\%$ ) в дозе  $P_{40}$ , что в среднем за год составило  $N_{35}P_{42}K_{30}$ . Количество вариантов – 4, повторность – четырехкратная, площадь делянки 75 м<sup>2</sup> (5 x 15), расположение делянок – ярусное.

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднemosный среднегумусный среднесуглинистый иловато-крупнопылеватый, более 50 лет используется в пашне и имеет следующие агрохимические показатели: содержание гумуса – 5,70%, рН – 7,17, N – 0,27%, P – 0,19%, нитратного азота – 13,3 мг/кг, легкодоступного и подвижного фосфора – 0,38 и 109,8, обменного калия – 153,4 мг/кг. Сумма обменных оснований – 38,8 мг-экв/100 г, из них на долю кальция приходится 77%.

Почвенные образцы отбирали ежегодно весной и осенью до глубины 100 см через каждые 20 см. Содержание валового фосфора определяли по Гинзбург (ГОСТ 26261–84), легкодоступного (степень подвижности I) – по Карпинскому, Замятиной [9], подвижного фосфора (фосфатная ёмкость Q) – по Чирикову (ГОСТ 26204–91); фракционный состав минеральных фосфатов – по Гинзбург, Лебедевой [10]. Статистическая об-

работка данных проведена с помощью корреляционного анализа по Пирсону в пакете программ SNEDEKOR [11].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основным источником фосфорного питания растений в начальный период их роста и развития служит его легкодоступная форма (степень подвижности фосфора по Карпинскому, Замятиной; фосфатный уровень – I), а впоследствии – подвижная (фосфатная ёмкость по Чирикову – Q) [12].

Исходное содержание легкодоступного фосфора (по Карпинскому, Замятиной, I) в пахотном слое чернозёма выщелоченного варьировало в интервале «среднее – повышенное» и было близко к оптимальному уровню – 1 мг  $P_2O_5$ /кг – повышенная обеспеченность для зерновых культур (рис. 1). В профиле почвы оно имело высокую прямую связь с содержанием ( $r = 0,879$ ) и запасами нитратного азота ( $r = 0,846$ ) и подвижного фосфора ( $r = 0,835$ ). К осени 2006 г., несмотря на вынос фосфора урожаем, его содержание в почве возрастало на 28,3% при локальном и практически не изменялось при разбросном способе внесения удобрений и прямо зависело от запасов продуктивной влаги ( $r = 0,928$  и  $r = 0,847$ ). При рядковом внесении удобрений, за счёт выноса фосфора большей урожайностью пшеницы, степень его подвижности уменьшалась на 22,2% и имела прямую связь с запасами продуктивной влаги ( $r = 0,896$ ) и величиной урожайности. В контроле (без удобрений) количество легкодоступного фосфора уменьшалось на 87,5% по сравнению с исходным уровнем, имело достоверную связь с запасами продуктивной влаги ( $r = 0,818$ ), соответствуя очень низкой обеспеченности. При систематическом внесении удобрений в течение трех лет связи между элементами питания ослабевали при разбросном и локальном внесении удобрений и сохранялись при рядковом. Содержание легкодоступного фосфора в слое почвы 0–20 см при всех способах внесения удобрений было очень низким и достоверно коррелировало с запасами продуктивной влаги ( $r = 0,896$ ,  $r = 1,000$  и  $r = 0,893$ ), с содержанием ( $r = 0,968$ ,  $r = 0,900$  и  $r = 0,943$ ) и запасами ( $r = 0,954$ ,  $r = 0,857$  и  $r = 0,919$ ) нитратного азота. Кроме того, при рядковом внесении удобрений достоверно возрастала связь степени подвижности фосфора с количеством ( $r = 0,855$ ) и запасами ( $r = 0,815$ ) обменного калия. Связь легкодоступ-

ного и подвижного фосфора (по Чирикову) отсутствовала. Удобрения при всех способах внесения не компенсировали вынос легкодоступного фосфора пшеницей, его содержание в пахотном слое уменьшалось в ряду: рядковый – локальный – разбросной и соответствовало низкой обеспеченности фосфором.

По мере развития корневой системы зерновых, на более поздних стадиях их роста, особое

значение в питании приобретает кислоторастворимый, или подвижный, фосфор (по Чирикову, Q). Его исходное содержание в пахотном слое варьировало в пределах «среднее – повышенное» и имело высокие прямые достоверные связи со всеми элементами эффективного плодородия, кроме легкодоступного фосфора, и было близким к оптимальному уровню для зерновых культур – 150 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/кг (рис. 1).

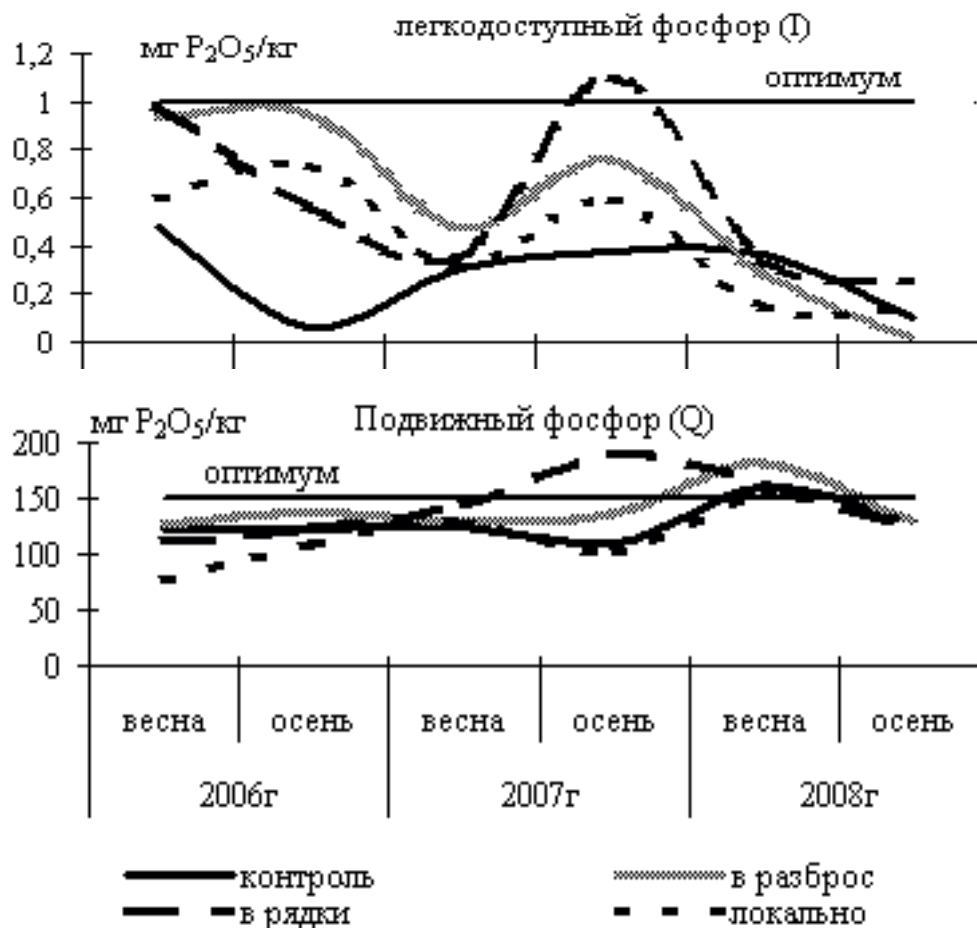


Рис. 1. Динамика легкодоступного (I) и подвижного фосфора (Q) в пахотном слое чернозёма выщелоченного при разных способах внесения удобрений

К осени 2006 г. его количество в почве увеличивалось в 1,6 раза в варианте с локальным внесением, усиливая взаимосвязи элементов питания в почве. В вариантах с разбросным и рядковым внесением удобрений оно возрастало примерно одинаково, а связи между элементами питания ослабевали. В контроле, несмотря на вынос фосфора урожаем, его содержание из-за высокой минерализации фосфора почвы не изменялось. Подвижный фосфор в почве по-прежнему имел высокие прямые связи со всеми элементами питания, кроме легкодоступного фосфора.

Наибольшее увеличение содержания подвижного фосфора к его исходному уровню в пахотном слое почвы в течение трех лет получено при локальном внесении удобрений (68% к исходному содержанию). В слое почвы 0–40 см наибольшее повышение подвижного фосфора (на 17,6%) обеспечивал рядковый способ внесения удобрений. Связь подвижного фосфора при всех способах внесения удобрений была достоверной только с нитратным азотом ( $r = 0,818$ ,  $r = 0,880$  и  $r = 0,836$  соответственно).

Установлено, что в почвах Новосибирского Приобья метод Чирикова в опытах с удобрениями слабо отражает потребность растений в фосфоре [6]. Это объясняет слабую связь или её отсутствие между легкодоступным и подвижным фосфором в чернозёмах выщелоченных в данных исследованиях. Границы шкал обеспеченности подвижным фосфором растений по методу Чирикова, используемые до сих пор государственной агрохимслужбой, не отражают особенностей фосфатного режима почв, в частности чернозёмов Западной Сибири, и требуют корректировки, которая делалась и делается исследователями, а полученные ими шкалы следует использовать для диагно-

стики фосфорного питания зерновых [6, 12–15]. Для оценки обеспеченности растений доступным фосфором и оперативной диагностики их питания, прежде всего, следует использовать метод Карпинского, Замятиной.

Основная часть минеральных фосфатов чернозёмов выщелоченных представлена труднорастворимыми фосфатами апатитовой фракции (Ca – P<sub>3</sub>) – 79,2%, а остальная часть – фосфатами разной степени подвижности, в том числе 14,6% – доступные группы (сумма первых трёх фракций), что согласуется с данными других исследователей [16] (таблица).

**Изменение фракционного состава минеральных фосфатов чернозёма выщелоченного при разных способах внесения удобрений, мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 г (2006–2008 гг.)**

| Вариант                    | Ca – P <sub>1</sub> | Ca – P <sub>2</sub> | Al – P | Сумма фосфатов активных фракций | Fe – P | Ca – P <sub>3</sub> | Сумма |
|----------------------------|---------------------|---------------------|--------|---------------------------------|--------|---------------------|-------|
| <i>Слой почвы 0–20 см</i>  |                     |                     |        |                                 |        |                     |       |
| Контроль                   |                     |                     |        |                                 |        |                     |       |
| 2006 г.                    | 7,8                 | 5,8                 | 2,9    | 16,5                            | 7,0    | 90,0                | 113,5 |
| 2008 г.                    | 8,5                 | 9,8                 | 5,6    | 23,9                            | 7,8    | 76,0                | 107,6 |
| НРК вразброс               | 9,8                 | 10,0                | 6,8    | 26,6                            | 8,5    | 87,5                | 122,6 |
| НРК в рядки                | 10,0                | 3,5                 | 7,5    | 21,0                            | 11,0   | 80,0                | 112,0 |
| НРК локально               | 7,8                 | 4,0                 | 4,6    | 16,4                            | 7,8    | 76,0                | 100,2 |
| <i>Слой почвы 20–40 см</i> |                     |                     |        |                                 |        |                     |       |
| Контроль                   |                     |                     |        |                                 |        |                     |       |
| 2006 г.                    | 7,0                 | 8,0                 | 1,1    | 16,1                            | 4,5    | 76,0                | 96,6  |
| 2008 г.                    | 7,8                 | 3,5                 | 3,0    | 14,3                            | 5,5    | 76,0                | 95,8  |
| НРК вразброс               | 7,8                 | 4,0                 | 2,6    | 14,4                            | 4,5    | 75,0                | 93,9  |
| НРК в рядки                | 8,5                 | 3,5                 | 4,8    | 16,8                            | 10,0   | 78,0                | 104,8 |
| НРК локально               | 7,5                 | 2,8                 | 2,7    | 13,0                            | 5,5    | 75,0                | 93,5  |

Трёхлетнее использование чернозёма выщелоченного при возделывании пшеницы без удобрений незначительно уменьшало сумму минеральных фосфатов. При этом оно усиливало минерализацию фосфора почвы, увеличивая на 44,8% количество фосфатов активных фракций за счёт повышения подвижности фосфатов апатитовой группы. На долю фосфатов активных фракций приходилось 22,2%, а апатитовой фракции – 70,6% (см. таблицу, рис. 2). При внесении удобрений наибольшее количество минеральных фосфатов в пахотном слое отмечено при разбросном способе, в основном за счёт фосфатов Fe–P и Ca–P<sub>3</sub>. При этом соотношение активных фосфатов (21,7% от суммы) и фосфатов апатитовой фракции (71,4% от суммы) практически не изменялось.

Удобрения, внесённые в рядки с семенами при посеве, не влияли на общее содержание ми-

неральных фосфатов в пахотном слое почвы, но уменьшали на 12% количество их активных фракций за счёт выноса пшеницей и перехода в менее доступные для растений формы – Fe–P и Ca–P<sub>3</sub>. На долю активных фосфатов и апатитовой фракции здесь приходилось 18,8, и 71,4% соответственно. При локальном внесении удобрений содержание минеральных фосфатов в пахотном слое значительно уменьшалось только за счёт активных фракций (на 31%) и не изменялось в подпахотном. На долю активных фосфатов и апатитовой фракции в пахотном слое приходилось 16,4 и 75,8% соответственно. В подпахотном слое заметное накопление минеральных фосфатов и их активных фракций в том числе (на 9,4 и 17,5% соответственно) происходило только при рядковом внесении удобрений (см. таблицу).

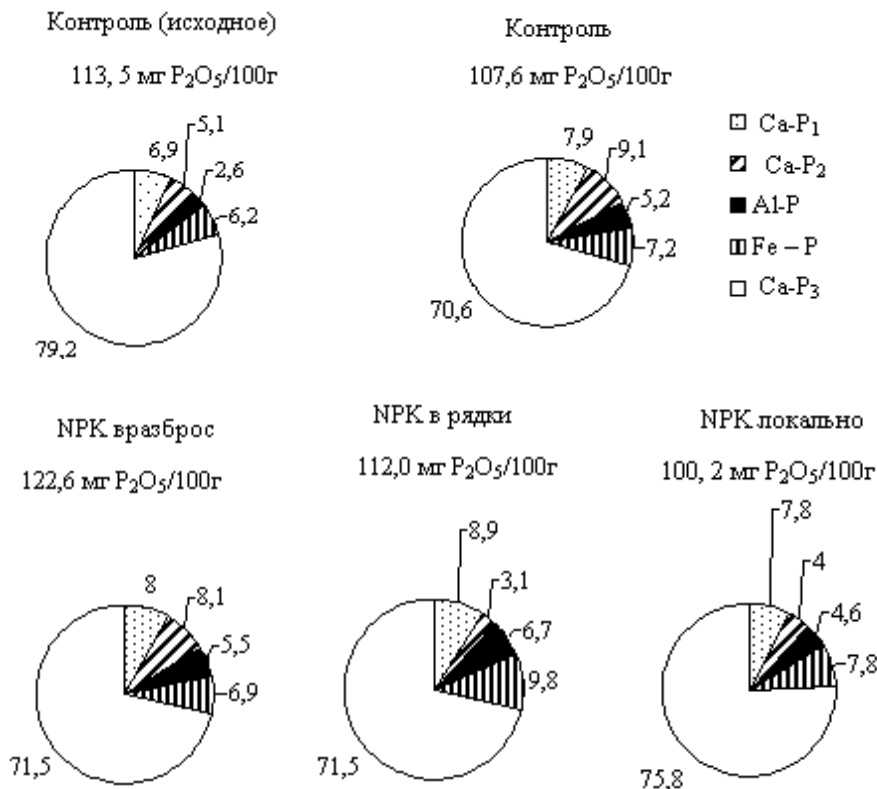


Рис. 2. Изменение соотношения групп минеральных фосфатов в слое 0–20 см чернозёма выщелоченного при разных способах внесения удобрений, %

### ВЫВОДЫ

1. Чернозёмы выщелоченные северной лесостепи Приобья имеют низкое содержание фосфора в легкодоступной форме (I), которое прямо связано с запасами продуктивной влаги и нитратным азотом. Удобрения при всех способах внесения не компенсировали вынос этой формы фосфора пшеницей, а его содержание в пахотном слое уменьшалось в ряду: рядковый – локальный – разбросной.
2. Содержание подвижного фосфора (Q) в чернозёмах выщелоченных – высокое, имеет слабую связь с легкодоступным фосфором (I) и не отражает реальной потребности растений в фосфоре. Поэтому для диагностики фосфорного питания растений по методу Чирикова на чернозёмах Новосибирского Приобья следует использовать откорректи-

рованные шкалы обеспеченности, а для оперативной диагностики – метод Карпинского, Замятиной.

3. Возделывание пшеницы без удобрений усиливает минерализацию фосфора почвы, уменьшая содержание минеральных фосфатов и увеличивая в их составе долю активных фракций (сумма первых трёх фракций) за счёт повышения растворимости фосфатов апатитовой группы.
4. Ежегодное внесение удобрений в дозе N<sub>35</sub>P<sub>42</sub>K<sub>30</sub> в рядки при посеве с семенами, несмотря на вынос фосфора пшеницей, устойчиво поддерживает содержание минеральных фосфатов в пахотном и увеличивает его в подпахотном слое почвы, обеспечивая урожайность 25–28 ц/га при минимальных материальных затратах на её получение.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Державин Л. М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии. – М.: Колос, 1992. – 272 с.
2. Способы внесения минеральных удобрений под яровую пшеницу в Сибири: рекомендации / РАСХН. Сиб. отд.-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 1991. – 40 с.

3. Пашкович Н. К., Пасашикова Л. В., Класс М. Г. Эффективность рядкового внесения фосфорных удобрений под яровую пшеницу в зависимости от позиционного расположения туков // Науч.-техн. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд.-ние. СибНИИЗХим.– Новосибирск, 1989.– Вып. 5.– С. 21–25.
4. Кочергин А. Е. Фосфатный фонд почв и его доступность растениям // Почвы Западной Сибири и повышение их плодородия.– Омск: ОмскСХИ, 1984.– С. 12–19.
5. Антонова О. И. Формы фосфора в почвах Алтайского края // Фосфор в почвах Сибири: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд.-ние.– Новосибирск, 1983.– С. 21–31.
6. Антипина Л. П. Фосфор в почвах Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук.– Омск, 1991.– 32 с.
7. Чумаченко И. Н., Сушеница Б. А. Фосфор и воспроизводство плодородия почв // Агрехим. вестн.– 2001.– № 1.– С. 28–31.
8. Христенко А. А. Проблема изучения фосфатного состояния почв // Агрехимия.– 2001.– № 6.– С. 89–95.
9. Карпинский Н. П., Замятина В. Б. Фосфатный уровень почвы // Почвоведение.– 1958.– № 11.– С. 27.
10. Гинзбург К. Е., Лебедева Л. С. Методика определения минеральных форм фосфора в почвах // Агрехимия.– 1971.– № 1.– С. 125–135.
11. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере.– 2-е изд.– Новосибирск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009.– 222 с.
12. Кушниренко Ю. Д., Федорова А. К. Оценка методов определения подвижных фосфатов в выщелоченных чернозёмах Южного Урала // Оценка условий фосфорного питания зерновых культур: Науч.-техн. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд.-ние. СибНИИЗХим.– 1988.– Вып. 6.– С. 3–16.
13. Берхин Ю. И., Чагина Е. Г., Янцен Е. Д. Проблема диагностики фосфорного питания в условиях интенсивного земледелия // Почвенно-агрехимические проблемы интенсификации земледелия: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд.-ние. СибНИИЗХим.– Новосибирск, 1989.– С. 128–137.
14. Аверкина С. С., Синецков В. Е., Ткаченко Г. И. Оценка методов определения фосфатов в чернозёмах Новосибирской области // Сиб. вестн. с.-х. науки.– 2011.– № 11–12.– С. 5–10.
15. Карпинский Н. П., Глазунова Н. М. Изменение степени подвижности почвенных фосфатов в длительных микрополевых опытах при внесении фосфорных удобрений // Агрехимия.– 1993.– № 3.– С. 3–13.
16. Макарикова Р. П., Барсуков П. А. Изменение фракционного состава фосфора почв Сибири при систематическом применении удобрений // Сиб. экол. журн.– 1998.– № 6.– С. 525–529.

#### **PHOSPHATE REGIME OF BLACK SOILS LEACHED IN PREOBYE UNDER DIFFERENT TECHNIQUES OF FERTILIZERS APPLICATION**

**L. P. Galeeva**

*Key words:* phosphate regime, black soils leached, techniques to apply fertilizers, easy available and mobile phosphorus, fractional composition of mineral phosphates

*It is established that black soils leached in Preobye's northern forest-steppe have low content of easy available phosphorus (I). The fertilizers, applied to with all the techniques known, did not return wheat-consumed phosphorus form and its plough layer content decreased in the range: row – local – spread. The content of mobile phosphorus (O) in black soils leached is high, its relation to the easy available phosphorus is poor (I) and does not show actual requirements of plants for phosphorus. Yearly application of fertilizers when seeding at the dose of  $N_{35}P_{42}K_{30}$  in rows steadily maintained the amount of mineral phosphates in the plough layer and increased it in the subplough layer at the expense of phosphates of active fractions. This provided the productivity of spring wheat reaching 25–28 hwt/ha with minimal tangible costs to achieve this productivity.*

УДК 633.11 «321»: 631.87

**КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НОВОСИБИРСКАЯ 22 В УСЛОВИЯХ  
СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ**

**Е. В. Дымина**, кандидат биологических наук  
**С. Х. Вышегуров**, доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор

Новосибирский государственный аграрный университет  
E-mail: dimina@ngs

*Ключевые слова:* яровая пшеница, белок, клейковина, ретардант, удобрения, фунгицид

*Исследования показали, что качество зерна яровой пшеницы сорта Новосибирская 22 в северной лесостепи Приобья зависит от гидротермических условий вегетационного периода, применения удобрений, ретарданта и фунгицида. Между различными параметрами качества зерна и характеристиками проростков, полученных из него, были посчитаны коэффициенты корреляции. Выявлена слабая корреляция между массовой долей белка и массой 1000 зерен. На зависимость количества сырой клейковины от урожайности влияют условия года.*

В Российской Федерации ключевое положение в экономике АПК занимает зерновое хозяйство. Основной культурой, выращиваемой в Западной Сибири, является яровая пшеница. Северная лесостепь Приобья – это зона рискованного земледелия. Гидротермические условия вегетационного периода сильно влияют на урожайность [1]. В последние годы урожайность яровой пшеницы нестабильна по годам. Повышение продуктивности яровой пшеницы остается актуальной проблемой, но в последнее время все большее значение отводится качеству зерна. Известно, что различные средства химизации сказываются на качестве полученного урожая [2, 3]. Целью наших исследований было изучение влияния азотных удобрений, ретарданта и фунгицида на некоторые показатели качества зерна пшеницы Новосибирская 22 в условиях северной лесостепи Приобья.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Объектом исследований был раннеспелый сорт мягкой яровой пшеницы Новосибирская 22. Полевые опыты проводили в ОПХ «Сад мичуринцев» в 2009–2010 гг. Почва – серая лесная. Содержание гумуса – 4,5%, нитратов – 0,8 мг/100 г, фосфора – 11,8, калия – 6,3 мг/100 г. Посев проводили вручную нормой 600 зерен на 1 м<sup>2</sup>. Площадь делянки 4 м<sup>2</sup>. Повторность четырехкратная. Аммиачную селитру (45 кг д.в./га) вносили перед посевом. Обработку ретардантом ЦеЦеЦе (хлормекват-хлорид) в дозе 0,8 л/га проводили в фазу кущения, внекорневую подкормку

мочевинной (15 кг д.в. /га) – в фазу трубкования, опрыскивание фунгицидом тимус (пропиконазол) в дозе 0,5 л/га – в фазу выхода флагового листа. Уборку урожая и определение его структуры проводили по Доспехову [4]. Лабораторные исследования полученного урожая на всхожесть и силу роста семян осуществляли методом рулонов [5, 6]. Массовую долю сырой клейковины и белка определяли в аккредитованной испытательной лаборатории почв, кормов, агрохимикатов, сельскохозяйственной продукции ФГУ ЦАС «Новосибирский» РОСС RU 0001 21ПЦ93 [7]. Математическую обработку данных проводили в пакете программ SNEDECOR® [8].

**РЕЗУЛЬТАТЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Влияние опытных воздействий на урожайность (табл.1) и качество зерна яровой пшеницы сорта Новосибирская 22 (табл. 2) зависело от условий вегетационного периода. 2009 г. характеризовался низкими температурами и большим количеством осадков. Однако май был относительно сухим – 54% осадков от нормы. В июне и июле выпало 1,5 нормы осадков. В июне наблюдалась аномально низкая температура.

В 2009 г. самая высокая массовая доля клейковины была в варианте с применением одного ретарданта – 33%, что на 2% превышало контроль. Внесение в почву аммиачной селитры и обработка ретардантом снизили массовую долю клейковины на 4% относительно контрольного варианта. Дополнительное опрыскивание фунгицидом увеличило её на 1%. В варианте с ЦеЦеЦе и не-

*Таблица 1*

**Влияние различных средств химизации на урожайность и массу 1000 зерен яровой пшеницы сорта Новосибирская 22**

| Вариант                         | Урожайность, г/м <sup>2</sup> |         | Масса 1000 зерен, г |         |
|---------------------------------|-------------------------------|---------|---------------------|---------|
|                                 | 2009 г.                       | 2010 г. | 2009 г.             | 2010 г. |
| Контроль                        | 272,7                         | 189,5   | 27,2                | 34,2    |
| ЦеЦеЦе                          | 284,2                         | 215,2   | 27,1                | 34,8    |
| ЦеЦеЦе + N <sub>45</sub>        | 296,7                         | 216,1   | 28,1                | 34,5    |
| ЦеЦеЦе + N <sub>15</sub>        | 270,5                         | 209,8   | 26,8                | 33,4    |
| ЦеЦеЦе + N <sub>45</sub> + тилт | 376,7                         | 247,7   | 33,6                | 36,2    |
| ЦеЦеЦе + N <sub>15</sub> + тилт | 397,9                         | 252,7   | 36,8                | 36,8    |
| НСР <sub>05</sub>               | 9,62                          | 15,0    | 1,43                | 1,09    |

*Таблица 2*

**Влияние различных средств химизации на некоторые показатели качества зерна, всхожесть и биометрические показатели проростков яровой пшеницы сорта Новосибирская 22**

| Вариант                          | Число проросших семян, % | Масса побега, г | Высота побега, см | Число корней, шт | Массовая доля, % |                           |
|----------------------------------|--------------------------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------------|
|                                  |                          |                 |                   |                  | белка            | сырой клейковины (группа) |
| 2009 г.                          |                          |                 |                   |                  |                  |                           |
| Контроль                         | 84                       | 0,118           | 4,40              | 2,83             | 11,3             | 31,0 (II)                 |
| ЦеЦеЦе                           | 85                       | 0,119           | 5,02              | 2,95             | 11,5             | 33,0 (II)                 |
| ЦеЦеЦе + N <sub>45</sub>         | 90                       | 0,122           | 5,23              | 3,04             | 11,8             | 27,0 (I)                  |
| ЦеЦеЦе + N <sub>15</sub>         | 89                       | 0,120           | 5,13              | 3,01             | 11,0             | 30,0 (II)                 |
| ЦеЦеЦе + N <sub>45</sub> + тимус | 96                       | 0,146           | 6,25              | 3,67             | 11,9             | 28,0 (I)                  |
| ЦеЦеЦе + N <sub>15</sub> + тимус | 97                       | 0,167           | 6,87              | 3,92             | 11,5             | 26,0 (I)                  |
| НСР <sub>05</sub>                |                          | 0,021           | 1,02              | 0,3              |                  |                           |
| 2010 г.                          |                          |                 |                   |                  |                  |                           |
| Контроль                         | 94                       | 0,173           | 5,99              | 3,43             | 11,1             | 28,0 (II)                 |
| ЦеЦеЦе                           | 100                      | 0,205           | 7,53              | 4,08             | 11,3             | 28,0 (II)                 |
| ЦеЦеЦе + N <sub>45</sub>         | 99                       | 0,191           | 6,76              | 4,04             | 12,3             | 28,0 (II)                 |
| ЦеЦеЦе + N <sub>15</sub>         | 100                      | 0,184           | 6,50              | 3,76             | 10,9             | 27,0 (II)                 |
| ЦеЦеЦе + N <sub>45</sub> + тимус | 98                       | 0,193           | 6,71              | 4,00             | 11,7             | 28,0 (II)                 |
| ЦеЦеЦе + N <sub>15</sub> + тимус | 99                       | 0,198           | 6,59              | 4,08             | 10,9             | 29,0 (II)                 |
| НСР <sub>05</sub>                |                          | 0,014           | 1,21              | 0,14             |                  |                           |

корневой подкормкой мочевиной массовая доля клейковины составила 30%, что чуть ниже контроля, а фунгицид снизил её еще на 4%. В вариантах с аммиачной селитрой и фунгицидом улучшилось качество сырой клейковины. Массовая доля белка по вариантам практически не различалась. Разница не превышала 0,9%.

2010 г. был засушливым и прохладным. В июне выпало всего 37% осадков от нормы, в июле – 79, а в августе – 25%. Температура мая была на 1,4 °С ниже нормы, а июля – на 1,9. В зерне урожая 2010 г. массовая доля клейковины была немного ниже, чем в 2009 г.: в контроле – на 3%, в варианте с ЦеЦеЦе – на 5, в варианте с ЦеЦеЦе

и мочевиной – на 3%. В варианте с ретардантом, мочевиной и фунгицидом массовая доля клейковины, наоборот, увеличилась на 3%. Разница между вариантами в 2010 г. составляла 1%. Массовая доля белка в зерне урожая 2010 г. мало отличалась от 2009 г., самые высокие показатели наблюдались в вариантах с внесением в почву аммиачной селитры (11,7–12,3%).

Лабораторная всхожесть семян урожая 2009 г. в варианте с ретардантом оставалась на уровне контроля (см. табл. 2). Однако число корешков было больше на 4%, высота побега на 14%. Количество слабых проростков уменьшилось на 2% (38%), а сильных увеличилось на столько же

(62%). Дополнительное внесение в почву азотных удобрений увеличило всхожесть на 7%. Масса побега оставалась на уровне контроля, а высота и число корешков увеличились на 4 и 3% соответственно. Число сильных проростков возросло на 2% (64%) относительно варианта с одним ретардантом и на 4% относительно контроля. Дополнительная обработка фунгицидом повысила всхожесть еще на 6%. Этот вариант выделялся большей высотой, массой побегов и числом корешков. Количество сильных проростков увеличилось еще на 6% и составило 80%.

Гидротермические условия вегетационного периода 2009 г. способствовали развитию мучнистой росы и септориоза. Индекс развития болезней достигал 26–31%. Предотвращение развития болезней листьев в варианте с применением тимуса повысило массу 1000 зерен на 24% по сравнению с контролем. Если азот вносили не в почву, а применяли в качестве некорневой подкормки, то всхожесть семян от способа его внесения почти не изменялась. Масса побегов, высота и количество корешков были такими же. Способ внесения азота повлиял на соотношение сильных и слабых проростков. При некорневой подкормке мочевиной количество сильных проростков снизилось на 3% по сравнению с внесением азота в почву и составило 61%. Дополнительное опрыскивание фунгицидом больше всего положительно повлияло на силу роста семян. Масса побега возросла на 39, высота – на 19%. Именно в этом варианте было больше всего сильных проростков – 87%.

У семян урожая 2010 г. лабораторная всхожесть была выше. Разница с 2009 г. составляла от 10 до 15% в зависимости от варианта. Применение ретарданта повышало всхожесть на 6%, массу проростков – на 18, высоту – на 25 и количество корней – на 19%. Количество сильных

проростков превышало контроль на 10% и составило 85%. Добавление к ретарданту аммиачной селитры не повлияло на всхожесть, но на 3% увеличило количество сильных проростков. Видимо, в условиях засухи азотные удобрения менее эффективны. Дополнительное опрыскивание тимусом практически не повлияло на всхожесть и количество сильных проростков, но увеличило массу 1000 зерен на 5%. Обработка ретардантом с последующим применением мочевины не повлияла на всхожесть, но на 8% снизила число сильных проростков. Это объясняется большим развитием болезней листьев в этом варианте. В результате наблюдалось небольшое снижение массы 1000 зерен. Дополнительная обработка фунгицидом на 8% увеличила массу побега и число корней, на 3% – количество сильных проростков.

Между различными параметрами качества зерна и характеристиками проростков, полученных из него, были посчитаны коэффициенты корреляции.

Выявлена сильная зависимость массы проростка, числа корней и его высоты, а значит и количества сильных проростков от массы 1000 зерен посевного материала урожая 2009 г. Коэффициент корреляции между массой 1000 зерен и всхожестью в 2009 г. составил 0,01 (табл. 3). Коэффициент корреляции между массой 1000 зерен и высотой – 0,95, числом корней – 0,97, массой проростка – 0,99. Между массой 1000 зерен и количеством сильных проростков величина корреляционного коэффициента равна 0,96 а слабых – минус 0,89. Наблюдается слабая корреляция массы 1000 зерен и массовой доли белка (0,44) и сильная отрицательная с количеством клейковины (–0,73). Такая же зависимость выявлена между урожайностью и количеством белка и клейковины: 0,54 и минус 0,71 соответственно.

*Таблица 3*

**Коэффициенты корреляции между различными параметрами качества зерна и характеристиками проростков яровой пшеницы сорта Новосибирская 22 (2009 г.)**

| Показатели       | Характеристика проростка |        |              |         |        | Качество зерна   |        |            |
|------------------|--------------------------|--------|--------------|---------|--------|------------------|--------|------------|
|                  | масса                    | высота | число корней | сильные | слабые | масса 1000 зерен | белок  | клейковина |
| Всхожесть        | 0,91                     | 0,96   | 0,96         | 0,96    | - 0,89 | 0,91             | 0,46   | - 0,84     |
| Масса проростка  | -                        | 0,99   | 0,98         | 0,98    | - 0,98 | 0,99             | 0,27   | - 0,68     |
| Высота проростка |                          | -      | 0,99         | 0,98    | - 0,95 | 0,95             | 0,42   | - 0,74     |
| Число корней     |                          |        | -            | 0,99    | - 0,97 | 0,97             | 0,37   | - 0,73     |
| Сильные          |                          |        |              | -       | - 0,98 | 0,99             | 0,48   | - 0,76     |
| Слабые           |                          |        |              |         | -      | - 0,99           | - 0,48 | 0,67       |
| Масса 1000 зерен |                          |        |              |         |        | -                | 0,44   | - 0,73     |
| Белок            |                          |        |              |         |        |                  | -      | - 0,44     |
| Урожай           |                          |        |              |         |        |                  | 0,54   | - 0,71     |

*Таблица 4*

**Коэффициенты корреляции между различными параметрами качества зерна и характеристиками проростков яровой пшеницы сорта Новосибирская 22 (2010 г.)**

| Показатели       | Характеристика проростка |        |              |         |        | Качество зерна   |        |            |
|------------------|--------------------------|--------|--------------|---------|--------|------------------|--------|------------|
|                  | масса                    | высота | число корней | сильные | слабые | масса 1000 зерен | белок  | клейковина |
| Всхожесть        | 0,75                     | 0,73   | 0,78         | 0,67    | - 0,37 | 0,07             | 0,08   | - 0,14     |
| Масса проростка  | -                        | 0,90   | 0,93         | 0,76    | - 0,60 | 0,53             | 0,15   | 0,40       |
| Высота проростка |                          | -      | 0,78         | 0,79    | -0,64  | 0,16             | 0,25   | 0,06       |
| Число корней     |                          |        | -            | 0,87    | - 0,72 | 0,57             | 0,37   | 0,39       |
| Сильные          |                          |        |              | -       | - 0,94 | 0,28             | 0,72   | 0,11       |
| Слабые           |                          |        |              |         | -      | - 0,31           | - 0,87 | - 0,20     |
| Масса 1000 зерен |                          |        |              |         |        | -                | 0,02   | 0,84       |
| Белок            |                          |        |              |         |        |                  |        | 0          |
| Урожай           |                          |        |              |         |        |                  | 0,05   | 0,56       |

*Таблица 5*

**Коэффициенты корреляции между различными параметрами качества зерна и характеристиками проростков яровой пшеницы сорта Новосибирская 22 за 2 года**

| Показатели       | Характеристика проростка |        |              |         |        | Качество зерна   |        |            |
|------------------|--------------------------|--------|--------------|---------|--------|------------------|--------|------------|
|                  | масса                    | высота | число корней | сильные | слабые | масса 1000 зерен | белок  | клейковина |
| Всхожесть        | 0,92                     | 0,95   | 0,96         | 0,95    | - 0,87 | 0,90             | - 0,05 | - 0,73     |
| Масса проростка  | -                        | 0,91   | 0,93         | 0,89    | - 0,82 | 0,88             | - 0,09 | - 0,44     |
| Высота проростка |                          | -      | 0,96         | 0,97    | - 0,92 | 0,90             | 0,11   | - 0,65     |
| Число корней     |                          |        | -            | 0,98    | - 0,94 | 0,94             | 0,11   | - 0,60     |
| Сильные          |                          |        |              | -       | - 0,98 | 0,95             | 0,24   | - 0,68     |
| Слабые           |                          |        |              |         | -      | - 0,93           | - 0,35 | 0,62       |
| Масса 1000 зерен |                          |        |              |         |        | -                | - 0,06 | - 0,65     |
| Белок            |                          |        |              |         |        |                  | -      | - 0,16     |
| Урожай           |                          |        |              |         |        |                  | 0,30   | - 0,11     |

В 2010 г. корреляции между массой 1000 зерен и всхожестью не наблюдалось (табл. 4). Коэффициенты корреляции между массой 1000 зерен и высотой – 0,16, числом корней – 0,57, массой проростка – 0,53. Между массой 1000 зерен и количеством сильных проростков величина корреляционного коэффициента равна 0,28, а слабых – минус 0,31. Значит, в 2010 г. зависимость этих показателей от массы 1000 зерен была слабее. В отличие от 2009 г., в 2010 г. не наблюдается зависимость массы 1000 зерен и массовой доли белка (коэффициент корреляции – 0,02), но сохраняется сильная положительная корреляция с количеством клейковины (0,84). Урожайность не коррелирует с количеством белка (0,05) и средне влияет на количество клейковины (0,56). В 2010 г. количество белка почти не различалось по вариантам.

Мы рассмотрели также зависимости между различными параметрами качества зерна и характеристиками проростков в среднем за два года (табл. 5).

Коэффициент корреляции между массой 1000 зерен и всхожестью – 0,90, высотой – 0,90, числом корней – 0,94, массой проростка – 0,88. Между массой 1000 зерен и количеством сильных и слабых проростков величина корреляционных коэффициентов одинакова, но противоположна по знаку. Не наблюдается корреляции между массовой долей белка и массой 1000 зерен (–0,06). Зависимость количества белка от урожайности слабая (0,30). А с увеличением массы 1000 зерен количество сырой клейковины снижается (–0,65).

### ВЫВОДЫ

1. В зерне урожая яровой пшеницы сорта Новосибирская 22 в 2010 г. массовая доля сырой клейковины была ниже, чем в 2009 г. Разница по вариантам составляла от 3 до 5%. В 2009 г. в вариантах с аммиачной селитрой и фунгицидом улучшилось качество сырой клейковины.

2. Количество белка практически не различалось по годам и вариантам.
3. Выявлена слабая корреляция между массовой долей белка и массой 1000 зерен. Зависимость количества белка и сырой клейковины от урожайности и массы 1000 зерен зависит от условий года.
4. У семян урожая 2010 г. лабораторная всхожесть была выше, чем в 2009 г. Разница составляла от 10 до 15% в зависимости от варианта. Лабораторная всхожесть семян 2009 г. повышалась в вариантах с азотными удобрениями, независимо от способа их применения, и с фунгицидом. В 2010 г. разница между вариантами была не столь значительна и составляла 1–3%.
5. Наибольшее число сильных проростков было получено из зерна вариантов, где наблюдалась самая высокая масса 1000 зерен. Выявлена высокая положительная корреляция массы 1000 зерен с числом сильных проростков.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дымина Е. В. Влияние осадков и температуры на урожай яровой пшеницы // Аргарная наука.– 2010.– № 11.– С. 18–19.
2. Павлов А. Н. О зависимости между величиной урожая зерна и содержания в нем белка у злаковых культур // С.-х. биология.– 1979.– № 4.– С. 425–430.
3. Фатыхов И. Ш. Содержание протеина в зерне в зависимости от норм азота и урожайности зерновых культур // Приемы повышения урожайности и качества зерновых культур: межвуз. сб. науч. тр. / Перм. с.-х. ин-т.– Пермь, 1983.– С. 13–21.
4. Доспехов В. А. Методика полевого опыта.– М.: Колос, 1965.– 351 с.
5. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. [Электрон. ресурс].– Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200023365>.
6. ГОСТ 12042–80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. [Электрон. ресурс].– Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200023370>.
7. ГОСТ Р 52554–06. Пшеница. Технические условия. [Электрон. ресурс].– Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/2644/>.
8. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере.– 2-е изд.– Новосибирск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009.– 222 с.

### QUALITY OF SPRING WHEAT NOVOSIBIRSKAYA 22 UNDER CONDITIONS OF PREOBYE NORTHERN FOREST-STEPPE

E. V. Dymina, S. Kh. Vyshegurov

*Key words:* spring wheat, protein, gluten, retardant, fertilizers, fungicide

*Investigations showed that the grain quality of spring wheat cultivar Novosibirskaya 22 in the northern forest-steppe of Preobye depends on hydrothermal conditions of vegetation period when applying fertilizers, retardant and fungicide. Correlation coefficients were calculated among different parameters of grain quality and characteristics of the germinants produced by the grains. There was revealed poor correlation between protein fraction weight and 1000 grains weight. Relationship between the amount of crude gluten and yielding capacity depends on season conditions.*

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИБИРСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ГРИБОВ  
РОДА *ALTERNARIA*

А. А. Кириченко, кандидат сельскохозяйственных наук  
Е. Ю. Торопова, доктор биологических наук, профессор  
Новосибирский государственный аграрный университет  
E-mail: alya-alex@ngs.ru

**Ключевые слова:** чернота зародыша, яровая пшеница, штамм, морфотип, конидия, колония, скорость радиального роста, фитотоксичность

Установлена значительная распространенность в Новосибирской области черноты зародыша зерна яровой пшеницы, вызываемой темноцветными фитопатогенами *Bipolaris sorokiniana* и рода *Alternaria*. Изучение коллекции штаммов показало, что в Новосибирской области среди грибов рода *Alternaria* доминирует *Alternaria tenuissima*. По морфолого-культуральным признакам штаммы *A. tenuissima* сибирской популяции представлены четырьмя морфотипами, контрастными по строению и пигментации мицелия. Конидии *A. tenuissima* сибирской популяции несколько короче и шире конидий, выделенных в европейской части страны, имеют большее число продольных и поперечных перегородок, образуют более длинные цепочки. Штаммы *A. tenuissima* отличались значительным разнообразием (до 5 раз) по скорости радиального роста колоний. Отмечена более высокая (в 2 раза) по сравнению с *A. tenuissima* скорость радиального роста большинства штаммов *B. sorokiniana*. Изучена фитотоксичность сибирских изолятов *A. tenuissima*.

В общем валовом сборе товарного зерна в Российской Федерации яровая пшеница Западной Сибири составляет 30% [1].

Важным показателем товарности зерна на международном рынке является его чистота от черноты зародыша – одной из форм проявления обыкновенной корневой гнили. В Канаде при наличии 5% зерновок с черным зародышем снижают товарный класс до 2-го, свыше 10% – до 3-го, свыше 15% – зерно исключают из 3-го класса. Особенно опасен посев семян, зараженных на 2 балла и выше. В этом случае урожай снижается на 8,6–11,9% [2, 3]. Вредоносность черноты зародыша в Сибири проявляется в низкой энергии прорастания и всхожести семян, изреживании посевов, отмирании продуктивных стеблей и белокосости [4].

Возбудителями черноты зародыша яровой пшеницы являются *Bipolaris sorokiniana* Sacc. и грибы рода *Alternaria*. Это основные токсигенные темноцветные грибы, поражающие вегетирующие растения и зерно в Западной Сибири [5]. Видные отечественные ученые справедливо указывают на необходимость изучения опасного для растений и теплокровных животных фитопатологического объекта *Alternaria* spp. [6, 7], однако степень его изученности остается недостаточной, особенно в условиях Западной Сибири. В связи с этим целью представленной работы яв-

лялось изучение морфолого-культуральных особенностей возбудителей черноты зародыша районированных в Сибири сортов яровой пшеницы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в лаборатории экологии болезней растений Новосибирского госагроуниверситета. В экспериментах использовали семена яровой пшеницы из хозяйств степной и лесостепной зоны Новосибирской области разных лет производства. Лабораторные эксперименты проводили по общепринятым микробиологическим и фитопатологическим методикам [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

За период исследований 2003–2010 гг. макроскопический анализ семян яровой пшеницы позволил установить степень развития и распространенности заболевания в Новосибирской области (табл. 1).

Результаты оценки фитосанитарного состояния партий семян в течение 8 лет показали, что развитие черноты зародыша достигало 39,3%, а распространение – 36,7%, что значительно (до 7,8 раза) выше регламента (5%).

Фитосанитарное состояние семян яровой пшеницы в Новосибирской области

| Год            | Число партий в анализе | Зараженность семян патогенами, % |                              | Чернота зародыша, % |         |                 |         |
|----------------|------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|---------|-----------------|---------|
|                |                        | <i>Alternaria</i> spp.           | <i>Bipolaris sorokiniana</i> | развитие            |         | распространение |         |
|                |                        |                                  |                              | амплитуда           | среднее | амплитуда       | среднее |
| 2003           | 17                     | 48,0                             | 19,7                         | 0,9–15,4            | 9,1     | 1,3–36,7        | 15,7    |
| 2004           | 22                     | 53,3                             | 5,6                          | 2,8–39,3            | 4,7     | 3,0–18,0        | 9,4     |
| 2005           | 21                     | 47,0                             | 5,7                          | 1,9–11,5            | 5,8     | 1,3–30,3        | 11,7    |
| 2006           | 26                     | 31,9                             | 2,4                          | 0,7–11,4            | 4,3     | 0–27,0          | 9,4     |
| 2007           | 32                     | 39,7                             | 18,1                         | -                   | 4,8     | -               | 10,7    |
| 2008           | 37                     | 49,2                             | 11,2                         | 0,2–15,8            | 3,7     | 0,6–29,0        | 7,1     |
| 2009           | 28                     | 23,7                             | 4,8                          | 1,6–10,0            | 4,6     | 2,0–18,3        | 5,5     |
| 2010           | 51                     | 11,9                             | 4,0                          | 0,6–16,5            | 4,2     | 0–33,0          | 10,0    |
| Всего, среднее | 234                    | 38,1                             | 8,9                          | 0,7–39,3            | 5,2     | 0–36,7          | 9,9     |

Динамика заболевания отличается непрерывностью и относительной равномерностью. Разница в развитии черноты зародыша составила по годам до 2,1 раза, т. е. была незначительной.

Доминирующим компонентом патогенного комплекса черноты зародыша яровой пшеницы можно считать грибы рода *Alternaria*, которые были выделены из 100% исследуемых образцов. Заселенность семян пшеницы грибами указанного рода колебалась по партиям и годам от 5 до 80%, что в 2,5–13,3 раза выше, чем зараженность *B. sorokiniana* – основным возбудителем корневых гнилей.

Статистический анализ показал, что внешнее проявление черноты зародыша зерна обусловлено в значительной мере *B. sorokiniana*, с зараженностью которым установлена тесная положительная корреляционная связь ( $r = 0,98$ ). Корреляционная связь диагностических признаков черноты зародыша с зараженностью семян грибами рода *Alternaria* была также достоверной, но более слабой ( $r = 0,34$ ).

Выделение в чистую культуру и определение фитопатогенов показало, что доминирующим видом (более 80%) в комплексе грибов рода *Alternaria* в Новосибирской области по результатам идентификации штаммов в лаборатории микологии и фитопатологии ГНУ ВИЗР методом ПЦР-диагностики является *Alternaria tenuissima* (Nees et T. Nees: Fries) Wiltshire.

Для изучения биологических особенностей возбудителей черноты зародыша была создана коллекция грибов *Alternaria tenuissima* из 115 штаммов и *Bipolaris sorokiniana* из 32 штаммов, выделенных из 70 партий семян 22 сортов яровой пшеницы.

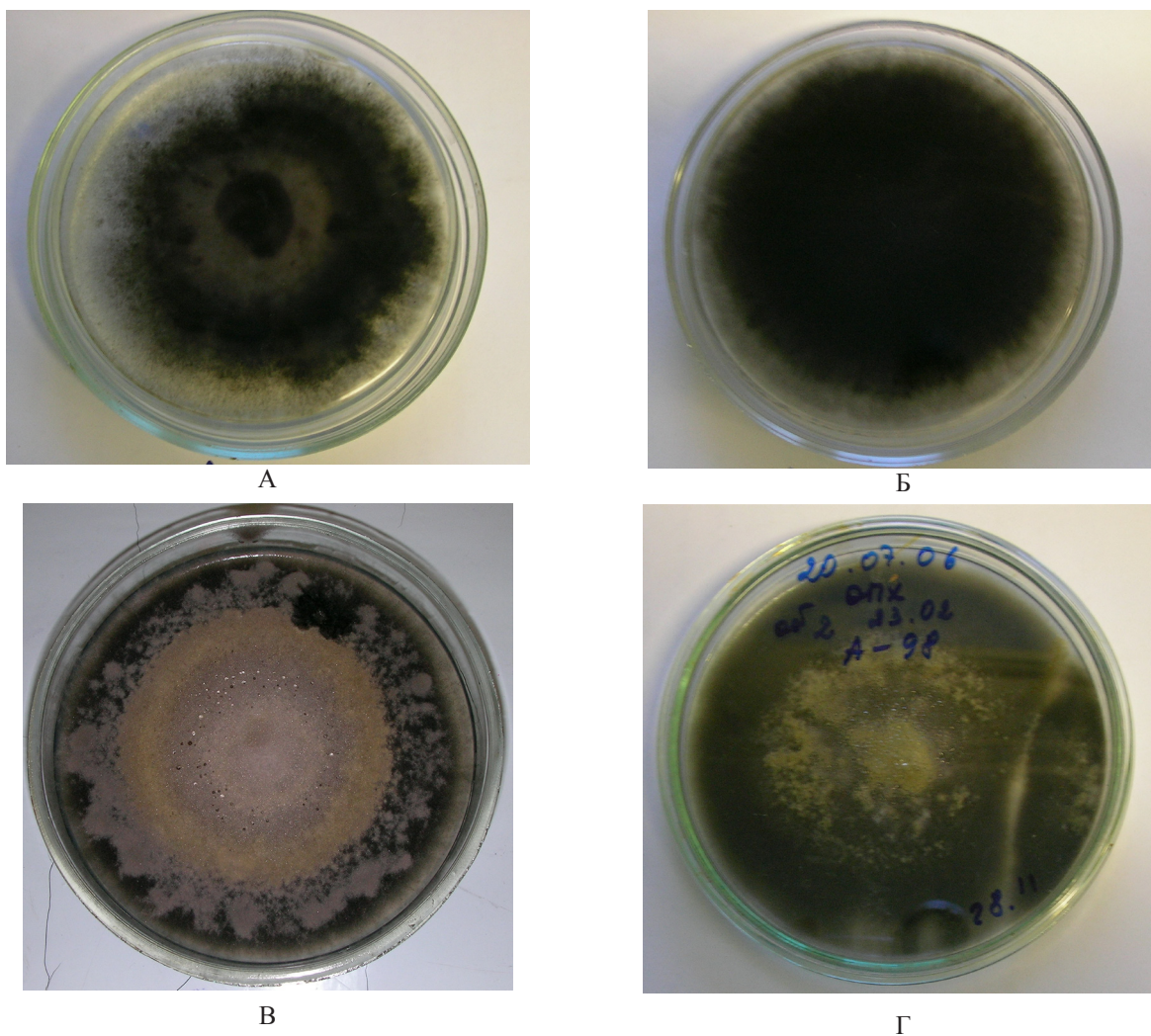
По морфолого-культуральным признакам изученные нами штаммы *A. tenuissima* были разделены на четыре группы, или морфотипа.

1. На искусственной питательной среде Чапека (ЧА) формируются зональные колонии, светло-серые в центре и более темные по краю, мицелий обильный, воздушный сверху и войлочный снизу. Большинство выделенных нами из семян штаммов *A. tenuissima* (40%) принадлежат к этой группе. Морфотип формировал обильное спороношение, конидии разнообразных форм и размеров (рисунок, А).

2. На ЧА морфотип формирует практически черный, плотный стелющийся мицелий бархатистой структуры с обильным спороношением. Штаммы из этой группы составляли около 20% от общего числа выделенных (рисунок, Б).

3. На ЧА штаммы этой группы формировали зональные, темно-серые в центре и светло-серые по периметру чашки колонии, часто с розовой подложкой, обычно со слабо или средне развитым мицелием (рисунок, В). На воздушном и субстратном мицелии наблюдалось спороношение средней интенсивности. Представители данной группы составляли 20% от общего количества изучаемых штаммов.

4. На ЧА колонии зональные, снизу темно-серые, сверху оливковые с густым бархатистым мицелием (рисунок, Г). На воздушном и субстратном мицелии морфотип дает обильное спороношение. Доля штаммов данной группы составила около 20%.



Внешний вид колоний *Alternaria tenuissima* четырех морфотипов

На всех колониях *A. tenuissima* конидиеносцы были одиночные, простые, прямые, редко извилистые, слаборазветвленные, с перегородками. Конидии в цепочках от 4 до 20 штук, прямые или слегка изогнутые.

Микроскопирование спороношения описанных групп штаммов показало, что конидии имеют сходное строение и размеры. Форма конидий преимущественно обратнобулавовидная, суживающаяся к шейке. Размеры конидий 20–47,2 (33,5)

х 7,6–24,8 (15,8) мкм с 1–8 поперечными и 1–4 продольными или косыми перегородками. У 70% конидий имеется шейка размером 4,4–15,2 (9,7) х 2–4 мкм с 1–2 поперечными перегородками.

Сравнивая полученные результаты измерений с классическим описанием вида Н. М. Пидопличко [9], можно заключить, что размеры конидий входят в указанные пределы, однако отмечены некоторые особенности сибирской популяции *A. tenuissima* (табл. 2).

Таблица 2

Морфология конидий *Alternaria tenuissima*

| Показатель                   | По Н. М. Пидопличко (1977)        | Экспериментальные данные           |
|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Конидии                      | Одиночные или в коротких цепочках | В длинных цепочках по 4–20 конидий |
| Поверхность конидий          | Гладкая, редко бородавчатая       | Бородавчатая, редко гладкая        |
| Число перегородок поперечных | 4–7                               | 1–8                                |
| продольных                   | Несколько                         | 1–4                                |
| Размеры конидий, мкм         | 22–95 (54) х 8–19 (13,8)          | 20–47,2 (33,5) х 7,6–24,8 (15,8)   |

Конидии *A. tenuissima* сибирской популяции несколько короче и шире конидий описанных ранее штаммов, выделенных в европейской части страны, имеют большее число продольных и поперечных перегородок.

Установленные различия свидетельствуют о региональных особенностях выделенных штаммов *A. tenuissima*. Более мелкие размеры конидий, активное спороношение и более длинные цепочки спор свидетельствуют о микроэволюционном сдвиге сибирской популяции в сторону г-стратегии под влиянием контрастных погодных условий резко-континентального климата Западной Сибири.

Дальнейшие исследования морфолого-культуральных особенностей сибирской популяции *A. tenuissima* были направлены на выяснение ха-

рактеристик штаммов, влияющих на динамику и характер замещения основной экологической ниши фитопатогена – генеративных органов яровой пшеницы. Изучение скорости радиального роста колоний *A. tenuissima*, выделенных из 6 районированных сортов яровой пшеницы, показало значительное разнообразие по этому показателю. Колонии штаммов *A. tenuissima* мы объединили по сходству характера и скорости радиального роста в 5 групп: 1) колонии, которым потребовалось менее 10 дней, чтобы заполнить мицелием всю площадь чашки Петри; 2) 11–15 дней, 3) 16–20 дней; 4) 21–25 дней; 5) более 25 дней.

Количественное соотношение групп штаммов по скорости радиального роста представлено в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика штаммов *Alternaria tenuissima* по скорости радиального роста колоний на ЧА

| Время заполнения чашки Петри | Морфотипы | Доля штаммов, % | Радиальная скорость роста, см/сут |
|------------------------------|-----------|-----------------|-----------------------------------|
| Менее 10 дней                | 2         | 8               | 1,2                               |
| 11–15 дней                   | 2, 3, 4   | 48              | 0,7                               |
| 16–20 дней                   | 1, 3, 4   | 26              | 0,5                               |
| 21–25 дней                   | 1, 3      | 8               | 0,4                               |
| Более 25 дней                | 1         | 10              | 0,3                               |

Различия в скорости радиального роста колоний штаммов *A. tenuissima* достигали 4 раз. Уже с первых дней наблюдений были видны существенные различия по скорости заполнения колониями пространства чашек Петри. Самый стремительно растущий штамм был выделен из зародыша зерновки яровой пшеницы сорта Новосибирская 29, ему было достаточно 5 дней, чтобы занять всю площадь питания.

Быстрорастущие штаммы *A. tenuissima* (время развития менее 10 дней) относились к морфотипу 2 (см. рисунок, Б). Медленно растущие штаммы (период заполнения чашки от 21 и более дней) относились преимущественно к морфотипу 1 (см. рисунок, А). Штаммы с умеренной скоростью роста были представлены всеми выявленными морфотипами. В целом можно заключить, что основная часть (74%) сибирской популяции *A. tenuissima* была представлена штаммами с умеренной скоростью роста. Скорость роста колоний *A. tenuissima* не зависела от сорта и органа, из которого были выделены штаммы.

Были выявлены существенные различия средней скорости радиального роста *B. sorokiniana* и *A. tenuissima*, несмотря на разнообразие штаммов последнего по указанному признаку. В боль-

шинстве случаев скорость радиального роста *B. sorokiniana* была выше по сравнению с *A. tenuissima*. Колонии *B. sorokiniana* достигали всей площади чашки Петри (9 см) в среднем за 7 дней, тогда как колониям *A. tenuissima* для этого требовалось в среднем 14 дней, лишь незначительная доля штаммов *A. tenuissima* отличалась высокой скоростью радиального роста, которая была на уровне *B. sorokiniana* или даже выше. Было выделено 2% таких штаммов из общего числа. Встречались также медленно растущие штаммы *B. sorokiniana*, которые составили 7% от общего числа изученных штаммов фитопатогена. В целом разнообразие штаммов *B. sorokiniana* по скорости радиального роста было значительно ниже, чем у штаммов *A. tenuissima*, что свидетельствует о преимущественно стабилизирующей форме отбора, которой подвергается этот почвенный вид.

Исследования фитотоксических свойств возбудителей черноты зародыша показали, что среди исследованных штаммов *A. tenuissima* более половины отнесены нами к нетоксикогенным, что согласуется с меньшей вредоносностью черноты зародыша альтернариозного типа по сравнению с гельминтоспориозным. Доля нетоксикогенных штаммов *A. tenuissima* была в 3,2 раза выше, чем

у *B. sorokiniana*. Доля умеренно токсикогенных штаммов *A. tenuissima* была в 2,2 раза меньше, чем у *B. sorokiniana*, однако 8% культуральных фильтратов обладали высокотоксичными свойствами, уменьшая длину органов проростков до 80%. Такое значительное разнообразие в характеристике токсикогенности штаммов *A. tenuissima* затрудняет оценку ее вредоносности, поскольку состав популяции под действием разнонаправленного естественного отбора может существенно варьировать в различных условиях. Оба вида чаще подавляют развитие подземных, чем надземных органов всходов, и их экологические ниши на начальных фазах развития растений практически совпадают.

Гриб *A. tenuissima*, приуроченный к наземной среде, отличается более широким разнообразием популяции, поскольку вектор естественного отбора часто меняется. Направление естественного отбора находится в зависимости от гидротермических условий, гораздо более изменчивых в наземной среде по сравнению с почвенной, т. е. вид *A. tenuissima* находится в процессе активных эволюционных преобразований как г-стратег.

### ВЫВОДЫ

1. По морфолого-культуральным признакам штаммы *A. tenuissima* сибирской популяции

представлены четырьмя морфотипами, контрастными по строению и пигментации мицелия.

2. Конидии *A. tenuissima* сибирской популяции несколько короче и шире конидий, выделенных в европейской части страны, имеют большее число продольных и поперечных перегородок, образуют более длинные цепочки, что свидетельствуют о микроэволюционном сдвиге сибирской популяции в сторону г-стратегии под влиянием контрастных погодных условиях резко-континентального климата Западной Сибири.
3. Штаммы *A. tenuissima* отличались значительным популяционным разнообразием (до 5 раз) по скорости радиального роста колоний. Более высокая (в 2 раза) по сравнению с *A. tenuissima* скорость радиального роста большинства штаммов *B. sorokiniana* отличалась стабильностью, что свидетельствует о различиях в направлении естественного отбора возбудителей черноты зародыша.
4. Более половины штаммов *A. tenuissima* отнесены нами к нетоксикогенным. Доля умеренно токсигенных штаммов *A. tenuissima* составила 38%, а 8% культуральных фильтратов гриба обладали высокотоксичными свойствами.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жученко А. А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XX веке. – Саратов, 2000. – 276 с.
2. Couture L. Effect of dry heat treatments on survival of seed borne *B. sorokiniana* and germination of barley seeds // Canada, Plant Dis. Surv. – 1980. – Vol. 60, № 4. – P. 59–61.
3. Манжула Л. А. Черный зародыш ярового ячменя и обоснование мероприятий по ограничению его развития в условиях юго-востока степи Украины: автореф. дис... канд. биол. наук. – Киев, 1991. – 23 с.
4. Чулкина В. А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985. – 192 с.
5. Торопова Е. Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири. – Новосибирск, 2005. – 370 с.
6. Санин С. С. Влияние вредных организмов на качество зерна // Защита и карантин растений. – 2004. – № 11. – С. 14–18.
7. Гагкаева Т. Ю., Ганнибал Ф. Б., Гаврилова О. П. Зараженность зерна пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 году // Защита и карантин растений. – 2012. – № 1. – С. 37–41.
8. Методы экспериментальной микологии: справ. / под ред. И. А. Дудка, С. П. Вассер. – Киев: Наук. думка. – 1982. – 550 с.
9. Пидопличко Н. М. Грибы – паразиты культурных растений: определитель. Т. 2: Несовершенные грибы. – Киев: Наук. думка, 1977. – 295 с.

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SIBERIAN POPULATION  
OF ALTERNARIA FAMILY FUNGI

A. A. Kirichenko, E. Yu. Toropova

*Key words:* embryo blackness, spring wheat, strain, morphotype, conidia, colony, radial growth rate, phytotoxicity

*The paper indicates high occurrence of spring wheat grain embryo blackness in Novosibirsk region. The phenomenon is caused by dark-color pathogens Bipolaris sorokiniana and Alternaria family. The studies in the collection of the strains showed that in Novosibirsk region, Alternaria tenuissima dominates among the fungi of Alternaria family. Regarding morphologic and cultural traits, the strains A. tenuissima of Siberian population are represented by four morphotypes that contrast in structure and mycelium pigmentation. A. tenuissima conidia of Siberian population are somewhat shorter and wider than the conidia isolated in the European part of the country. They have more longitudinal and transversal septums and form longer chains. A. tenuissima strains were distinguished by great variability (about 5 times as much) in the rate of radial growth of colonies. Most B. sorokiniana strains were marked to have higher rate of colonies radial growth (2 times as much) than A. tenuissima strains. The phytotoxicity of Siberian isolates A. tenuissima is examined.*

УДК 635.34/.36:631.559

УРОЖАЙНОСТЬ ПЕКИНСКОЙ КАПУСТЫ  
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ВЫРАЩИВАНИЯ

Н. А. Колпаков, кандидат сельскохозяйственных наук  
Алтайский государственный аграрный университет  
E-mail: nkolpakov1963@mail.ru

**Ключевые слова:** пекинская капуста, рассада, сроки выращивания, средняя масса кочана, урожайность, юг Западной Сибири

*Представлены результаты изучения влияния сроков выращивания на урожайность пекинской капусты в открытом грунте в условиях юга Западной Сибири. Максимальная урожайность пекинской капусты (64,9 т/га в среднем за три года) получена при посеве на рассаду в начале второй декады апреля и высадке рассады 15–17 мая.*

Пекинская капуста имеет важные положительные хозяйственные и биологические свойства. Благодаря скороспелости и химическому составу она может заменять в весенний период белокочанную капусту. Употребление пекинской капусты благотворно влияет на пищеварение и здоровье человека.

В северных провинциях Китая доля капусты пекинской в потреблении населением в зимние месяцы составляет до 80% от общего потребления овощей. В Японии площадь под ней составляет 30000 га, в Корее – около 70000, в Германии в отдельные годы она возрастала до 1000 га [1].

Однако в России пекинскую капусту начали внедрять в товарное овощеводство сравнительно недавно. Долгое время ее распространение сдерживалось отсутствием сортов и гибридов, облада-

ющих устойчивостью к стеблеванию при выращивании в открытом грунте в условиях длинного дня.

Интерес к данной культуре связан с рядом её хозяйственно-ценных признаков: скороспелость (образует товарные кочаны через 48–75 дней), высокая урожайность товарных кочанов (от 40 до 50 т/га), ценный биохимический состав (богата витаминами, минеральными солями, аминокислотами, в том числе незаменимыми), различные способы использования в пищу: в свежем, вареном, тушеном, квашеном виде [2].

В Западной Сибири пекинская капуста пока еще мало известна. В то же время климатические условия региона являются весьма благоприятными для ее выращивания. Основными сдерживающими факторами распространения этой культуры являются слабая популяризация среди населения

и отсутствие научно обоснованных рекомендаций по ее выращиванию в условиях региона.

Целью нашей работы являлось определение оптимальных сроков высадки рассады для получения максимальной урожайности пекинской капусты в условиях юга Западной Сибири.

### **ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Разработка элементов технологии выращивания пекинской капусты в условиях юга Западной Сибири проводилась в 2005–2007 гг. на Западно-Сибирской овощной опытной станции. Опыт проводили на гибриде F<sub>1</sub> Ника, выведенном селекционной станцией им. Н. Н. Тимофеева РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева.

Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным среднесуглинистым. Содержание гумуса составляет 3,8–4,5%, рН солевой вытяжки – 6,9, сумма поглощенных оснований – 35,3 мг-экв/100 г почвы, обеспеченность фосфором и калием высокая. Грунтовые воды находятся на глубине 10 м от поверхности почвы.

Температурный режим воздуха за годы проведения исследований был близок к среднесезонным данным с небольшими колебаниями по годам. Самым жарким месяцем был июль 2006 г., среднесуточная температура воздуха превышала среднесезонную норму на 1,4–2,4°C.

Осадки за годы проведения исследований были весьма нестабильны: 2007 г. был засушли-

вым, а 2005 и 2006 гг. – умеренно-засушливыми. В июле 2006 г. наблюдалось превышение среднесезонной нормы осадков в 2 раза и составило 137 мм при норме 67 мм.

Рассаду выращивали горшечным способом в пленочных теплицах, затем ее высаживали на участок открытого грунта по схеме 70 x 30 см. Возраст рассады – 30 суток. Площадь учетной делянки – 5 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырехкратная.

По каждому варианту опыта отмечали даты посева, единичных (10%) и массовых всходов (75%), высадки в открытый грунт, начала формирования кочанов (у 10% растений) и наступления технической спелости кочанов (у 75% растений).

Отсчет продолжительности периодов развития растений вели с момента появления массовых всходов.

При уборке кочерыгу срезали на расстоянии 0,5 см от кочана. Хозяйственный отход – листья, цветущие и недоразвитые кочаны – не взвешивали. Среднюю массу товарного кочана пекинской капусты определяли путём деления всей массы урожая с делянки на число кочанов.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Использование различных сроков посева пекинской капусты при выращивании рассадным способом выявило существенные различия в продолжительности межфазных периодов в зависимости от даты посева семян на рассаду (табл. 1).

*Таблица 1*

**Продолжительность периодов развития растений пекинской капусты (в среднем за 2005–2007 гг.), сут**

| Дата посева | Всходы – начало формирования кочана | Всходы – наступление технической спелости |
|-------------|-------------------------------------|---|
| 01–03.04    | 65–69                               | 87–94                                     |
| 11–13.04    | 59–66                               | 83–85                                     |
| 24–26.04    | 47–63                               | 75–85                                     |
| 04–07.05    | 54–58                               | 72–86                                     |
| 24–25.05    | 53–55                               | 67–76                                     |
| 20–22.06    | 60–62                               | 87–90                                     |
| 12–14.07    | 57–61                               | 83–88                                     |

Анализируя представленные данные, можно отметить, что при весенних датах посева семян (апрель – май) наблюдается постепенное ускорение образования кочанов по мере использования более поздних сроков посева. Так, за годы исследований при посеве 1–4 апреля продолжительность периода от всходов до наступления технической спелости составила 87–94 суток, а при

посеве 24–25 мая массовое созревание кочанов отмечалось через 67–76 суток.

Более поздние сроки посева (июнь – июль) привели к увеличению продолжительности периодов как от всходов до начала формирования кочана, так и до наступления технической спелости.

Как показали результаты опыта, использование рассадного способа выращивания обеспечива-

*Таблица 2*

**Урожайность пекинской капусты при рассадном способе выращивания (в среднем за 2005–2007 гг.)**

| Дата     |                    |             | Сохранность<br>к уборке, % | Урожайность, т/га | Средняя масса<br>кочана, кг |
|----------|--------------------|-------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| посева   | высадки<br>рассады | уборки      |                            |                   |                             |
| 01–03.04 | 05–07.05           | 02–10.07    | 93,8                       | 53,6              | 1,20                        |
| 11–13.04 | 15–17.05           | 07–14.07    | 94,0                       | 64,9              | 1,45                        |
| 24–26.04 | 28–30.05           | 18–26.07    | 89,2                       | 55,6              | 1,31                        |
| 04–07.05 | 08–11.06           | 24.07–10.08 | 75,8                       | 48,3              | 1,34                        |
| 24–25.05 | 27–29.06           | 06–18.08    | 64,2                       | 48,9              | 1,60                        |
| 20–22.06 | 22–25.07           | 20–27.09    | 79,2                       | 52,8              | 1,40                        |
| 12–14.07 | 15–18.08           | 05–12.10    | 83,3                       | 44,4              | 1,12                        |

*Примечание.* НСР<sub>05</sub>: 2005 г.– 1,8 т/га; 2006 г.– 2,3 т/га; 2007 г.– 2,1 т/га.

ет созревание пекинской капусты в условиях юга Западной Сибири уже в начале июля. Величина урожая и средняя масса кочана пекинской капусты очень сильно варьируют и зависят от сроков выращивания культуры (табл. 2).

В целом более высокая урожайность отмечается при использовании ранневесенних сроков посева семян на рассаду. Самая большая урожайность пекинской капусты (64,9 т/га) в среднем за три года была получена при посеве на рассаду в начале второй декады апреля и высадке рассады 15–17 мая.

Июньские сроки высадки рассады привели к снижению урожайности пекинской капусты до 48,3–48,9 т/га. Это связано с низким уровнем сохранности растений к уборке (64,2–75,8%) вследствие худшей приживаемости рассады и сильной степени поражения розетки листьев верхушечным ожогом за счет влияния высоких температур в период развития вегетативной массы растений и завязывания кочанов. На негативные последствия воздействия высоких температур (выше +25°C) для завязывания кочанов пекинской капусты указывают и китайские авторы [3].

Использование более поздних сроков посадки рассады позволяет уйти от воздействия высоких температур воздуха в период активного роста листьев и формирования кочана, поэтому урожай-

ность капусты несколько повышается. Однако поздние сроки посадки (позже 20 августа) в условиях Западной Сибири слишком рискованны, так как кочаны могут не завязаться.

Использование различных сроков выращивания пекинской капусты оказало влияние и на величину кочанов. Наибольшая средняя масса кочанов (1,4–1,60 кг) была сформирована при высадке рассады 15–17 мая, 27–29 июня и 22–25 июля.

На наш взгляд, это связано с различными температурными режимами во время развития вегетативной массы и густотой стояния растений перед уборкой.

## ВЫВОДЫ

1. Использование рассадного способа выращивания позволяет в условиях юга Западной Сибири получать высокие урожаи пекинской капусты с начала июля до середины октября.
2. Наибольшая урожайность (64,9 т/га) получена при высадке 30-суточной рассады 15–17 мая.
3. Июньские сроки посадки рассады снижают урожайность пекинской капусты на 25% вследствие воздействия высоких температур в период развития вегетативной массы растений и завязывания кочанов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Круг Г. Овощеводство / пер. с нем. В. И. Леунова.– М.: Колос, 2000.– 576 с.
2. Гринберг Е.Г., Губко В. Н., Витченко Э. Ф. Овощные культуры в Сибири.– Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004.– 400 с.
3. Кuo C.G., Tsay J.S. Physiological responses of Chinese cabbage under high temperature // N.S. Talekar and T.D. Griggs. eds. Chinese cabbage. Proc. First Intl. Symp. AVRDC.– Shanhua. Tainan, 1981.– P. 217–224.

BEIJING CABBAGE PRODUCTIVITY UNDER DIFFERENT CULTIVATION DATES

N.A. Kolpakov

*Key words:* Beijing cabbage, transplants, cultivation dates, cabbage head mean weight, yielding capacity, the south of West Siberia

*The paper presents the data about the influence of cultivation dates on the productivity of Beijing cabbage in the open field under conditions of the south of West Siberia. Maximal yielding capacity of Beijing cabbage (64.9t/ha averaged over 3 years) was reached when the cabbage was sown in the early second decade of April for further transplanting in the field in May 15-17.*

УДК 635. 25: 631.5

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛУКА РЕПЧАТОГО ПРИ ПОДЗИМНЕЙ ПОСАДКЕ СЕВКА

Т.Г. Ксензова, кандидат сельскохозяйственных наук  
Новосибирский государственный аграрный университет  
E-mail: ksenzova.atg@yandex.ru

**Ключевые слова:** лук репчатый, сорта, севок, подзимняя посадка, урожайность, стандартная продукция

*Получены результаты трехлетних опытов по изучению четырех сортов лука репчатого при подзимней посадке севка. Мелкую фракцию севка высаживали в конце сентября на подготовленные гряды. Выявлены наиболее продуктивные сорта лука репчатого в условиях Колыванского района Новосибирской области: Юконт и Золотничок. В большей степени устойчивым к стрелкованию оказался сорт Юконт.*

Лук репчатый – двулетняя, скороспелая, холодостойкая овощная культура, широко распространенная во всех странах. В состав лука входят многие витамины, минеральные соли, сахара и фитонциды. Лук широко используется в питании и профилактике простудных заболеваний [1, 2].

В Западной Сибири лук репчатый выращивают в основном в двухлетней культуре, поэтому традиционными сроками посадки севка лука репчатого считаются весенние. Есть исследовательские работы об осенней посадке лука шалота [3]. Некоторые овощеводы-любители в Новосибирской области пытаются высаживать лук севок осенью одновременно с посадкой озимого чеснока. Поэтому целью нашей работы было выявление продуктивных сортов лука репчатого, наиболее приспособленных для подзимней посадки в условиях Колыванского района Новосибирской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыты проводились в 2009–2012 гг. в Колыванском районе Новосибирской области без полива. Почвы опытного участка – выщелоченный чернозем, площадь делянок 1,5 м<sup>2</sup>, учетной делянки – 0,5 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, размещение системное. Посев семян изучаемых сортов лука репчатого для выращивания севка проводили в самые ранние весенние сроки при наступлении физической спелости почвы. После уборки севка его просушивали на солнце, разбирали на стандартную и нестандартную части, взвешивали и определяли среднюю массу луковицы. Высушенный севок сортировали на 3 фракции: мелкую, среднюю и крупную. Мелкую фракцию севка лука репчатого всех сортов использовали для подзимней посадки. В конце сентября ежегодно севок высаживали в один день на подготовленные гряды по схеме 20 x 5 (см). В опыте проводили фенологические наблюдения, морфологическое описание сортов, учет урожайности и выхода стандартных луковиц [4]. Урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [5].

Погодные условия зимнего периода 2009/10 и 2010/11 гг. практически не отличались от средних многолетних данных по метеостанции р.п. Колывань, в отличие от погодных условий 2011/12 г. Зима 2011/12 г. была малоснежной и морозной, что привело к более низкой всхожести лука весной. Погодные условия вегетационного периода 2012 г. также значительно отличались от средних многолетних. В этом году были существенно выше среднесуточные температуры воздуха, почвы и сильная засуха, что в конечном итоге привело к снижению урожайности во всех вариантах лука репчатого.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По фенологическим наблюдениям и морфологическим характеристикам севок изучаемых сортов лука репчатого не отличался от описаний,

данных оригинаторами. Посадочный материал лука репчатого (севок) высаживали 26–30 сентября в зависимости от условий года (табл. 1).

Всходы лука в годы исследований появлялись дружно, примерно в одно время по повторностям и с разницей по вариантам в 2–4 дня. Дата полегания растений наступала в разные годы с 23 по 30 июля с разницей по сортам 2–5 дней. Из трех лет исследований наиболее раннее полегание наблюдалось у лука по всем сортам в 2012 г. (23 июля). Уборку лука во всех вариантах каждый год проводили в один день 5, 6 и 7 августа.

Из табл. 2 видно, что по цвету сухих чешуй отличался только сорт Юконт, у которого они были сиреневого цвета, в то время как у остальных сортов желто-золотистые и золотистые. Цвет сочных чешуй у всех сортов лука был белым, кроме сорта Юконт, у которого сочные чешуи были светло-сиреневыми.

*Таблица 1*

**Фенологические наблюдения**

| Сорт                 | Год     | Срок посадки | Всходы | Полегание | Уборка |
|----------------------|---------|--------------|--------|-----------|--------|
| Сибирский однолетний | 2009/10 | 26.09        | 15.05  | 25.07     | 5.08   |
|                      | 2010/11 | 28.09        | 18.05  | 26.07     | 7.08   |
|                      | 2011/12 | 30.09        | 19.05  | 23.07     | 6.08   |
| Юконт                | 2009/10 | 26.09        | 16.05  | 27.07     | 5.08   |
|                      | 2010/11 | 28.09        | 17.05  | 28.07     | 7.08   |
|                      | 2011/12 | 30.09        | 18.05  | 25.07     | 6.08   |
| Золотничок           | 2009/10 | 26.09        | 15.05  | 25.07     | 5.08   |
|                      | 2010/11 | 28.09        | 17.05  | 27.07     | 7.08   |
|                      | 2011/12 | 30.09        | 19.05  | 23.07     | 6.08   |
| Золотистый Семко     | 2009/10 | 26.09        | 16.05  | 26.07     | 5.08   |
|                      | 2010/11 | 28.09        | 16.05  | 30.07     | 7.08   |
|                      | 2011/12 | 30.09        | 18.05  | 23.07     | 6.08   |

*Таблица 2*

**Морфологические особенности изучаемых сортов лука репчатого**

| Сорт                 | Год  | Цвет сухой чешуи | Цвет сочной чешуи | Средняя масса луковиц, г | Гнездность, шт. | Застрелковавшихся растений, % |
|----------------------|------|------------------|-------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Сибирский однолетний | 2010 | Желто-золотистый | Белый             | 41,3                     | 1               | 0                             |
|                      | 2011 | »                | »                 | 39,9                     | 1               | 0                             |
|                      | 2012 | »                | »                 | 37,6                     | 1               | 2                             |
| Юконт                | 2010 | Сиреневый        | Светло-сиреневый  | 53,0                     | 2,2             | 0                             |
|                      | 2011 | »                | »                 | 51,6                     | 2,1             | 0                             |
|                      | 2012 | »                | »                 | 46,4                     | 2,0             | 0                             |
| Золотничок           | 2010 | Золотистый       | Белый             | 48,0                     | 1               | 0                             |
|                      | 2011 | »                | »                 | 47,8                     | 1               | 0                             |
|                      | 2012 | »                | »                 | 42,4                     | 1               | 1                             |
| Золотистый Семко     | 2010 | »                | »                 | 45,2                     | 1               | 0                             |
|                      | 2011 | »                | »                 | 43,6                     | 1               | 0                             |
|                      | 2012 | »                | »                 | 41,5                     | 1               | 1                             |

Средняя масса луковиц варьировала по сортам лука и годам от 37,6 до 53 г. Самой низкой эта величина по всем сортам была в 2012 г. с наиболее засушливым и жарким летом из всех изучаемых лет и составляла от 37,6 (сорт Сибирский однолетний) до 46,4 г (сорт Юконт).

Надо отметить более высокую гнездность у сорта Юконт по сравнению с остальными изучаемыми сортами лука – 2,0–2,2, что выгодно от-

личало его от других сортов. У остальных сортов гнездо состояло из одной луковицы.

Стрелкующихся растений лука по всем сортам в благоприятные годы изучения (2010–2011 гг.) не отмечалось. В 2012 г. этот показатель составлял у всех сортов, кроме сорта Юконт, 1–2%. Наиболее устойчивым к стрелкованию оказался сорт Юконт, у которого в течение трех лет исследований застрелковавшихся растений не наблюдалось.

*Таблица 3*

**Урожайность лука репчатого и выход стандартной продукции**

| Сорт                                    | Урожайность, кг/м <sup>2</sup> |         |         |         | Выход стандартных луковиц, % |         |         |         |
|---|--------------------------------|---------|---------|---------|------------------------------|---------|---------|---------|
|   | 2010 г.                        | 2011 г. | 2012 г. | среднее | 2010 г.                      | 2011 г. | 2012 г. | среднее |
| Сибирский однолетний                    | 2,4                            | 2,6     | 1,7     | 2,2     | 73                           | 71      | 60      | 68      |
| Юконт                                   | 3,3                            | 3,6     | 2,4     | 3,1     | 86                           | 85      | 76      | 82      |
| Золотничок                              | 2,9                            | 2,8     | 2,1     | 2,6     | 84                           | 85      | 75      | 82      |
| Золотистый Семко                        | 2,7                            | 2,5     | 2,1     | 2,4     | 87                           | 83      | 74      | 80      |
| НСР <sub>0,95</sub> , кг/м <sup>2</sup> | 0,23                           | 0,24    | 0,17    |         |                              |         |         |         |

Анализ урожайности изучаемых сортов лука репчатого показал, что наименьшей она была по всем сортам в 2012 г. и составляла от 1,7 до 2,4 кг/м<sup>2</sup> (табл. 3). Такая низкая урожайность лука в 2012 г. объясняется дефицитом почвенной влаги и высокими температурами воздуха и почвы. Урожайность лука репки у сортов Золотничок, Золотистый Семко и Юконт в этих же условиях была выше на 23–29%, чем у сорта Сибирский однолетний. Максимальной урожайностью луковиц выделялся сорт Юконт, она варьировала по годам от 2,4 до 3,6 кг/м<sup>2</sup>. Выход стандартных луковиц по всем сортам лука репчатого за все годы исследований изменялся от 60 до 87% и самым низким он был по всем вариантам в 2012 г. вследствие увеличения количества мелких луковиц в урожае и повреждения провололочником. У сорта Сибирский однолетний наблюдалось самое большое количество мелких луковиц, что привело к более низкому выходу стандартной продукции – в среднем за 3 года этот показатель составил 68%.

### ВЫВОДЫ

1. В условиях Колыванского района Новосибирской области при подзимней посадке севка лука репчатого у сорта Юконт гнездность составляла 2–2,2 луковицы. Этот сорт оказался также самым устойчивым к стрелкованию.
2. Средняя масса луковиц за все годы исследований была максимальной у сорта Юконт – 46,4–53 г, а минимальной у сорта Сибирский однолетний – 37,6–41,3 г.
3. Самыми урожайными были сорта лука Юконт, средняя урожайность луковиц которого за 3 года составила 3,1 кг/м<sup>2</sup>, и Золотничок – 2,6 кг/м<sup>2</sup>.
4. В условиях Колыванского района Новосибирской области лук репчатый можно выращивать при подзимней посадке лука севка мелкой фракции. Наиболее пригодны для этого сорта Юконт и Золотничок.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Овощные культуры в Сибири* / Е.Г. Гринберг, В.Н. Губко, Э.Ф. Витченко, Т.Н. Мелешкина.– Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 400 с.
2. *Трулевич В. К.* Лук и чеснок.– Л.: Колос, 1969.– 136 с.
3. *Гринберг Е. Г., Сузан В. Г.* Луковые растения в Сибири и на Урале.– Новосибирск: СибНИИРС, 2007.– 224 с.
4. *Руководство по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов* / под ред. Д. Д. Брежнева. – М.: Колос, 1982.– 415 с.
5. *Сорокин О. Д.* Прикладная статистика на компьютере.– Новосибирск, 2004.– С. 54–58.

BULB ONION PRODUCTIVITY WITH THE SETS PLANTED FOR WINTER

T. G. Ksenzova

*Key words:* bulb onion, sets, planting for winter, yielding, standard output

*The paper provides the data obtained during three experimental years devoted to the study of four bulb onion varieties grown out of the sets planted for winter. The most productive bulb onion varieties are revealed under conditions of Kolyvan area in Novosibirsk region. They are Yukont and Zolotnichok.*

УДК 632.95:631.461:631.445.41

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА НЕКОТОРЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ  
ЮЖНОГО КАРБОНАТНОГО ЧЕРНОЗЕМА

<sup>1</sup>К. К. Кунанбаев, аспирант ГНУ СибНИИЗиХ

<sup>2</sup>Н. Г. Власенко, доктор биологических наук

<sup>1</sup>ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева», Казахстан

<sup>2</sup>Сибирский НИИ земледелия  
и химизации сельского хозяйства

Россельхозакадемии

E-mail: vlas\_nata@ngs.ru

*Ключевые слова:* гербицид, почвенные микроорганизмы, бактерии, грибы, численность

*Исследовано влияние различных гербицидов на численность почвенных бактерий, грибов и целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Наиболее устойчивыми к их действию оказались целлюлозоразрушающие микроорганизмы и почвенные грибы. Выявлено сильное негативное влияние этилгексилевого эфира 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты и феноксапроп-п-этила на бактерии, усваивающие органические формы азота. Такие препараты, как Гранстар + Тренд и 2,4-Д, способствовали максимальному (в 2,5 раза) росту численности почвенных грибов по сравнению с контролем.*

Особенности южных карбонатных черноземных почв, растительности и климата засушливых степей накладывают характерный отпечаток на деятельность микроорганизмов, формируя специфические микробные ценозы.

Южному карбонатному чернозему присуща довольно высокая биогенность, причем в окультуренной почве она выше, чем в целинной. Основную долю в биоценозе составляют бактерии (86–96%) и актиномицеты (до 13%), беднее представлены микроскопические грибы (менее 1%). Бактериальная флора в основном представлена неспороносными бактериями рода *Pseudomonas*. Помимо неспороносных, она содержит и споробразующие бактерии, большая часть которых в изучаемых черноземах пребывает в активной вегетативной форме. В составе бацилл доминируют группы, хорошо ассимилирующие минеральные формы азота: *Bacillus idosus*, *Bac. megaterium*, *Bac. mesentericus*. Почвенные грибы являются пионерами в освоении свежих растительных остатков, и, как наиболее требовательные к кислороду

сапрофиты, они в основном сосредоточены в поверхностных слоях. В родовом составе грибной микрофлоры преобладают *Penicillium*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Fusarium*, в меньшем количестве встречаются представители родов *Alternaria*, *Dematium*, *Cladosporium* и другие темноцветные грибы. Из физиологических групп наиболее широко распространены аммонификаторы, в меньшей степени – денитрификаторы, нитрификаторы и азотобактер. Развитие последних двух групп микробов сильно лимитирует недостаток влаги, в период засухи они могут совсем не обнаруживаться. Так, например, азотобактер – свободноживущий азотфиксатор – очень требователен к окружающим условиям среды. Недостаток влаги и подвижного фосфора в южном карбонатном черноземе лимитирует его размножение. В большом количестве он обнаруживается лишь в периоды благоприятного увлажнения, с преимуществом в окультуренной почве [1].

Целинный южный карбонатный чернозем слабо заселен аэробными целлюлозоразрушаю-

щими микроорганизмами. Увеличение численности целлюлозоразрушающего микронаселения в окультуренной почве произошло главным образом за счет целлюлозных бактерий (*Polyangium* spp., *Cytophaga* spp., *Cellvibrio* spp.), наиболее энергичных по сравнению с грибами (*Chaetomium* spp., *Mucor* spp., *Dematium* spp.) и актиномицетами, разрушителей клетчатки. Основная масса целлюлозоразрушающих организмов сосредоточена на глубине 0–25 см, т. е. в местах аккумуляции доступных форм клетчатки [2, 3].

Описанные выше группы микроорганизмов являются основными представителями южных карбонатных черноземов в Северном Казахстане. В связи с интенсификацией земледелия и переходом на нулевую технологию обработки почвы, подразумевающую интенсивное применение пестицидов, в частности гербицидов, происходит изменение численности и видового разнообразия микроорганизмов. По мнению ряда авторов [4, 5], опосредованное воздействие пестицидов на микрофлору связано с изменением источников питания или условий среды для каждой конкретной таксономической или физиологической группы. Согласно М. Ф. Овчинниковой [6], внесение повышенных доз гербицидов приводит к временной перегруппировке в микробсообществе. При этом их действие на отдельные группы микроорганизмов проявляется неодинаково даже в пределах одной систематической группы. После внесения гербицидов иногда наступает непродолжительный период депрессии микроорганизмов, который восстанавливается благодаря появлению устойчивых мутантных форм или вследствие образования ферментов, гидролизующих препарат. В связи с этим представляет интерес выявить степень влияния гербицидов, применяемых в производстве, на различные физиологические группы почвенных микроорганизмов (бактерии, грибы, целлюлозоразрушающие микроорганизмы) в засушливых условиях степи Казахстана.

Цель наших исследований – изучить изменения, происходящие в количественном составе почвенных микроорганизмов, участвующих в разложении органического вещества, под воздействием гербицидов.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для изучения кратковременного действия гербицидов на некоторые группы почвенных микроорганизмов в 2009 г. на стационаре ТОО «НПЦ

ЗХ им. А. И. Бараева» были заложены 2 полевых деляночных опыта. В первом испытывали гербицид Дезормон Эфир, КЭ (этилгексилэтиловый эфир 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты, 720 г/л), во втором – Барс Супер, КЭ (феноксапроп-п-этил, 100 г/л), которые имеют широкое применение на посевах зерновых в Республике Казахстан. Гербициды вносили с помощью ранцевого опрыскивателя в фазе кущения яровой пшеницы сорта Астана 2, выращиваемой по нулевой обработке почвы. Норма расхода препаратов – 0,8; 1,6; 2,4 л/га. Площадь делянки 48 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. Почва опытного участка (южный карбонатный чернозем), где были заложены полевые опыты, характеризовалась следующим агрохимическим составом: содержание гумуса в слое 0–10 см – около 3,2%, нитратного азота – 27,3 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 41,3 мг/кг почвы.

Другая партия почвенных образцов для микробиологического анализа была отобрана со стационарных опытов института, где проводятся многолетние испытания препаратов. В 2011 г. применялись следующие гербициды: Пума Супер, КЭ (феноксапроп-п-этил, 100 г/л), Топик, КЭ (клодинафоп-пропаргил, 80 г/л), Фокстрот, ВЭ (фенклофазол-этил, 69 г/л), Мерит, МД (пироксулам, 45 г/л), Эстет, КЭ (2,4-Д эфир, 600 г/л), Гранстар, СТС (трибенурон-метил, 750 г/кг), Дикамба (3,6-дихлор-2-метоксибензойная кислота, 480 г/л), Дианат, ВР (дикамба, 480 г/л), Аксиал, КЭ (пиноксаден + антидот клоквиносет-мексил, 45 + 11,25 г/л), Тренд 90, Ж (ПАВ, этоксилат изодециловый спирт, 900 г/л).

Через 7 дней после обработки гербицидами с опытных делянок отбирали почвенные образцы для последующего проведения микробиологического анализа. С этой целью в стерильные пакеты отбирали почву из слоя 0–10 см в 5 точках делянки методом конверта, а затем готовили средний образец. Отобранные образцы почвы просеивали через сито с ячейками 3 мм. Навеску почвы 10 г растирали в стерильной или фарфоровой ступке с небольшим количеством стерильной воды для десорбирования микроорганизмов с поверхности почвенных частиц и дезагрегирования микроколоний микроорганизмов [7]. Исходную почвенную суспензию разводили стерильной водой в соотношении 1: 10, 1: 100 (10 г почвы на 100 мл воды и затем 1 мл суспензии на 10 мл воды) и из них производили посев в чашки Петри. Количество бактерий, использующих органические формы азота, учитывали на мясопептонном агаре (МПА), количество бактерий, усваивающих минеральную

форму азота, – на крахмально-амиачном агаре (КАА), микроскопические почвенные грибы – на подкисленном агаре Чапека-Докса, аэробные целлюлозоразрушающие микроорганизмы – на среде Гетчинсона.

Агрометеорологические условия июня 2009 г. характеризовались следующими параметрами: среднемесячная температура воздуха была +17,6°C, что примерно соответствовало средне многолетним значениям (+18,2°C), а сумма осадков составила всего 6,3 мм (при среднем многолетнем значении 40,3 мм), относительная влажность воздуха – 60%, ГТК – 0,1 (при среднем

многолетнем 0,7). Таким образом, июнь 2009 г. был чрезвычайно засушливым.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

По результатам микробиологического анализа было выявлено, что применение гербицида Дезормон Эфир в рекомендованной норме расхода (0,8 л/га) снижало численность бактерий, усваивающих органические формы азота, на 50% по сравнению с контролем, а увеличение дозировки гербицида в 2 раза приводило к их полному угнетению (табл. 1).

*Таблица 1*

**Влияние гербицида Дезормон Эфир, КЭ на численность почвенных микроорганизмов  
(южный карбонатный чернозем)**

| Вариант                 | Бактерии, усваивающие органические формы азота, млн/г почвы | Почвенные грибы, тыс/г почвы | Целлюлозоразрушающие микроорганизмы, тыс/г почвы |
|-------------------------|---|------------------------------|--|
| Контроль                | 0,40±0,02   | 2,00±0,10                    | 58,30±2,90                                       |
| Дезормон Эфир, 0,8 л/га | 0,20±0,01   | 1,70±0,08                    | 123,40±6,10                                      |
| Дезормон Эфир, 1,6 л/га | Отсутствие роста  | 1,50±0,07                    | 117,60±5,80                                      |
| Дезормон Эфир, 2,4 л/га | 0,10±0,01   | 1,70±0,08                    | 58,80±2,90                                       |

Почвенные грибы подавлялись этим гербицидом слабее: их численность при применении двойной дозы гербицида уменьшилась на 25% относительно контроля. Дезормон Эфир в рекомендованной и двойной норме расхода стимулировал развитие целлюлозоразрушающих микроорганизмов, повышая их количество в 2 раза, а при опрыскивании пшеницы гербицидом с нормой расхода, увеличенной втрое, численность этой группы микроорганизмов не отличалась от контрольной. Полученные данные согласуются с результатами исследований В.П. Шашкова [8], который показал, что систематическое применение гербицида 2,4-Д в течение 5 лет не вызывало ингибирования биологической активности почвы. Ингибирующий эффект этого гербицида носил временный характер. По мере детоксикации и устранения его из почвы происходит восстановление численности микроорганизмов.

Таким образом, наибольшее негативное влияние гербицид Дезормон Эфир оказывает на бактерии, усваивающие органические формы азота, почвенные грибы достаточно устойчивы к его воздействию. В рекомендованной норме расхода, а также при ее увеличении вдвое он стимулирует развитие целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

Применение Барса Супер в большей степени угнетало бактерии, усваивающие органические формы азота: так, гербицид в норме 0,8 л/га снизил их количество по сравнению с контролем в 5,8 раза, 1,6 л/га – в 3 раза, а в норме 2,4 л/га – в 14,3 раза (табл. 2).

Численность почвенных грибов незначительно (на 7%) повышалась по сравнению с контролем под воздействием этого гербицида в рекомендованной норме расхода. При увеличении дозировки препарата вдвое роста колоний грибов не наблюдали, а при применении тройной дозы гербицида их количество снизилось на 18% относительно контроля. Численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов во всех вариантах опыта снижалась в пределах от 15 до 43% в зависимости от примененной нормы расхода препарата.

По мнению некоторых авторов [9, 10], пестициды в рекомендованных нормах расхода часто не ингибируют, а наоборот, стимулируют многие микробиологические процессы. Многолетнее использование пестицидов, по всей видимости, приводит к появлению резистентности к гербицидам у различных групп почвенных микроорганизмов.

В опытах с многолетним использованием препаратов в рекомендованных нормах расхода, как правило, наблюдали повышение количества почвенных микроорганизмов (табл. 3).

Таблица 2

**Влияние гербицида Барс Супер, КЭ на численность почвенных микроорганизмов  
(южный карбонатный чернозем)**

| Вариант              | Бактерии, усваивающие органические формы азота, млн/г почвы | Почвенные грибы, тыс/г почвы | Целлюлозоразрушающие микроорганизмы, тыс/г почвы |
|----------------------|---|------------------------------|--|
| Контроль             | 0,600±0,030   | 1,40±0,07                    | 159,60±7,98                                      |
| Барс Супер, 0,8 л/га | 0,100±0,0050  | 1,50±0,07                    | 120,70±6,04                                      |
| Барс Супер, 1,6 л/га | 0,200±0,010   | Отсутствие роста             | 107,60±5,38                                      |
| Барс Супер, 2,4 л/га | 0,040±0,002   | 1,20±0,06                    | 136,00±6,80                                      |

Таблица 3

**Влияние пестицидов на различные группы почвенных микроорганизмов  
(южный карбонатный чернозем)**

| Вариант                             | Бактерии, усваивающие азот, млн/г почвы |                | Почвенные грибы, тыс./г почвы | Целлюлозоразрушающие микроорганизмы, тыс./г почвы |
|-------------------------------------|---|----------------|-------------------------------|---|
|                                     | органический                            | неорганический |                               |   |
| Контроль, без гербицидов            | 2,6±0,13                                | 3,00±0,15      | 5,60±0,28                     | 45,00±2,25  |
| Пума Супер, 0,9 л/га                | 2,70±0,14                               | 4,30±0,22      | 7,50±0,38                     | 76,90±3,85  |
| Фокстрот, 0,45 л/га                 | 3,50±0,18                               | 4,50±0,23      | 10,50±0,53                    | 97,60±4,88  |
| Мерит, 0,45 л/га                    | 2,90±0,15                               | 5,60±0,28      | 8,00±0,40                     | 77,80±3,89  |
| Эстет, 0,6 л/га + 2,4-Д, 1 л/га     | 3,60±0,18                               | 4,20±0,21      | 7,30±0,37                     | 121,30±6,07                                       |
| Гранстар, 20 г/га + Тренд, 0,5 л/га | 3,30±0,17                               | 5,20±0,26      | 13,90±0,70                    | 102,10±5,11                                       |
| Дианат, 0,3 л/га                    | 3,90±0,20                               | 9,40±0,47      | 7,40±0,37                     | 101,20±5,06                                       |
| 2,4-Д, 1,0 л/га                     | 4,00±0,20                               | 5,10±0,26      | 13,90±0,70                    | 116,70±5,84                                       |
| 2,4-Д, 1л/га + Дикамба, 0,7 л/га    | 2,80±0,14                               | 2,90±0,15      | 8,70±0,44                     | 117,80±5,89                                       |
| Аксиал, 0,75 л/га                   | 3,20±0,16                               | 6,40±0,32      | 10,70±0,54                    | 102,20±5,11                                       |
| Топик, 0,4 л/га                     | 2,70±0,14                               | 3,90±0,20      | 7,60±0,38                     | 42,90±2,15  |

Так, численность бактерий, усваивающих органические формы азота, повышалась при применении гербицидов 2,4-Д и Дианат по сравнению с контролем на 50%. В вариантах с использованием Аксиала и Дианата количество бактерий, потребляющих неорганический азот, возросло в 2 и 3 раза соответственно. При использовании баковой смеси 2,4-Д + Дикамба изменений в количественном составе почвенных микроорганизмов не наблюдали.

В контроле соотношение численности бактерий, усваивающих неорганические и органические формы азота, было 1,15. Максимальное значение показателя зафиксировано в вариантах, где применяли Дианат и Аксиал (КАА/МПА = 2,41 и 2,0 соответственно). В остальных вариантах соотношение численности бактерий, усваивающих минеральные и органические формы азота, составило 1,38. В южном карбонатном черноземе явное преимущество численности бактерий на среде с минеральным азотом свидетельствует о более активно идущих процессах минерализации.

В опыте было показано положительное влияние гербицидов и на целлюлозолитические микроорганизмы, численность которых в зависимости от препарата увеличивалась в 1,7–2,6 раза. Исключение составил вариант с Топиком, где показатель был сопоставим с контролем.

### ВЫВОДЫ

1. Действие гербицидов на численность почвенных микроорганизмов проявляется в широком диапазоне – от стимулирования до угнетения и зависит от препарата и его нормы расхода. Наиболее чувствительными к повышенным нормам пестицидов оказались бактерии, усваивающие органический азот: при применении гербицида Дезормон Эфир в норме 2,4 л/га их численность снизилась в 4 раза по сравнению с контролем, а Барса Супер – в 15 раз.
2. Многолетнее использование гербицидов в рекомендованных нормах расхода приводит к увеличению численности почвенных ми-

кроорганизмов, участвующих в разложении органического вещества. Наиболее сильный стимулирующий эффект был отмечен для почвенных грибов и целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

3. Применение гербицидов приводит к небольшому увеличению соотношения КАА/МПА, в частности, при использовании препаратов Дианат и Аксиал его значение возросло в 2,1 и 1,7 раза, что свидетельствует об усилении процессов минерализации в почве.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кашинская В.К.* Микрофлора и биологическая активность южных карбонатных черноземов Целиноградской области // Теоретические вопросы агропочвоведения и мелиорации солонцов.– Целиноград, 1975.– С. 6–22.
2. *Круглов Ю.В.* Влияние пестицидов и продуктов их трансформации на сообщества почвенных микроорганизмов // Экология почвенных микроорганизмов.– М., 1975.– С. 23–27.
3. *Мишустин Е.Н.* Влияние гербицидов на микробиологические процессы в почвах // Изв. АН СССР. Сер. биол.– 1964.– № 2.– С. 197–210.
4. *Мишустин Е.Н., Пушкинская О.И., Теплякова З.Ф.* Эколого-географические и мелиоративно-почвенные исследования в Казахстане // Тр. Ин-та почвоведения АН Каз. ССР.– 1961.– Т.1.– С. 3–64.
5. *Иллялетдинов А.Н.* Микробиологическое превращение азотсодержащих соединений в почве.– Алма-Ата: Наука, 1976.– 281 с.
6. *Овчинникова М.Ф.* Взаимодействие гербицидов с почвами // Агрехимия.–1987.– № 5.– С. 118–139.
7. *Звягинцев Д.Г.* Методы почвенной микробиологии и биохимии.– М.: Изд-во МГУ, 1991.– 304 с.
8. *Шашков В.П.* Комплексные меры борьбы с сорняками на Севере Казахстана.– Шортанды, 2007.– С. 138–139.
9. *Малиниченко С.М.* Влияние симм-триазинов на микрофлору почв // Микробиол. журн.– 1971.– Т. 33, вып. 6.– С. 734–735.
10. *Nebson L.M., Hedrick H.I.* Influence of an experimental herbicide on soil nitrogen-fixing bacteria and other microorganisms // Soil Sci.– 1976.– Vol. 122, N 9.– P. 206–215.

### INFLUENCE OF HERBICIDES UPON SOME MICROORGANISMS OF SOUTHERN CARBONATE BLACK SOILS

**K. K. Kunanbaev, N. G. Vlasenko**

*Key words:* herbicide, soil microorganisms, bacteria, fungi, number

*The paper studies the influence of different herbicides upon the number of soil bacteria, fungi and cellulose destructing microorganisms. The cellulose destructing microorganisms and soil fungi appeared to be the most resistant to their effects. Ethylhexyl ether of 2,4 dichlorophenoxyacetic acid and phenoxaprop-p-ethyl are identified to have strong effects on the bacteria which assimilate nitrogen organic forms. The preparations such as Granstar + Trend and 2,4-D encouraged maximal growth in the number of spoil fungi (2.5 times as much) versus the control.*

УДК631.445.4 (571.14)

**МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
ЧЕРНОЗЕМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ  
В ДЛИТЕЛЬНЫХ РАЗНОВИДОВЫХ СЕВООБОРОТАХ**

<sup>1</sup>Н. В. Семендяева, доктор сельскохозяйственных наук

<sup>1</sup>Л. А. Карловец, кандидат сельскохозяйственных наук

<sup>2</sup>Т. Н. Крупская, старший научный сотрудник

<sup>1</sup>Новосибирский государственный аграрный университет

<sup>2</sup>Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства Россельхозакадемии

E-mail: semendyeva@ngs.ru

**Ключевые слова:** морфологический профиль, чернозем выщелоченный, плотность почвы, плотность твердой фазы почвы, общая порозность, порозность аэрации, севооборот

*Изучены морфологическое строение и агрофизические свойства черноземов выщелоченных Новосибирского Приобья в длительных разнородных севооборотах – зерновом, зернопаровом и под бессменной пшеницей. Установлено, что близкое расположение лесополос и наличие пара способствуют усилению промывного типа водного режима, появлению в профиле почв кремнеземистой присыпки и ржаво-охристых конкреций. При этом несколько изменяются агрофизические свойства почв, однако они остаются в оптимальных для растений пределах.*

Черноземы были и остаются главной основой, на которой базируется сельскохозяйственное производство. По данным Д. И. Щеглова [1], их площадь в мире составляет 260 млн га. Около половины – 180 млн га приходится на долю бывшего Советского Союза. В Западной Сибири черноземы занимают площадь около 8624,6 тыс. га, из них в Новосибирской области – 1642,9 тыс. га, включая их комплексы с солонцами, или 9,6% от площади всех почв [2].

В результате интенсивного сельскохозяйственного использования в них происходят глубокие изменения, которые зачастую носят негативный характер. В частности, гумусово-аккумулятивный горизонт А в настоящее время превращен в пахотный ( $A_{\text{пах}}$ ). Под действием ежегодной механической обработки он, как правило, дезагрегируется, значительно уплотняется (выпахивается) и после атмосферных осадков «заплывает». Его водопроницаемость существенно снижается, появляются почвенная корка и глыбистость. Поэтому весьма актуальными являются исследования, направленные на выявление влияния антропогенных процессов на свойства черноземов. Без современной оценки характера антропогенного воздействия на эти почвы невозможно прогнозировать как их будущее, так и будущее биосферы в целом.

В почвенном покрове Западной Сибири встречаются 5 подтипов черноземов: оподзолен-

ные, выщелоченные, типичные, обыкновенные и южные. Наибольшие площади заняты черноземами выщелоченными (совместно с оподзоленными) – 4924,5 тыс. га. Меньшую площадь занимают южные и особенно типичные черноземы. Формирование подтипов черноземов подчинено пространственному размещению по почвенно-климатическим зонам в лесостепи и степи, где они занимают обширные пространства [2]. В связи с тем, что наибольшее распространение в Западной Сибири получили черноземы выщелоченные, наши исследования были сосредоточены на изучении изменений свойств именно этого подтипа под влиянием антропогенеза.

Цель исследований – выявить влияние длительного воздействия разнородных севооборотов на морфологическое строение и агрофизические свойства (плотность, плотность твердой фазы и пористость) чернозема выщелоченного Новосибирского Приобья.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Для решения поставленной цели нами были заложены почвенные разрезы на черноземах выщелоченных центрального опытного поля СибНИИЗиХ в ОПХ «Элитное» Новосибирского района Новосибирской области, расположенного в лесостепном Приобском агроландшафтном районе [3] в севооборотах, заложенных в 1996 г. Общий

рельеф опытного поля – слабоволнистая равнина с хорошо выраженными микрозападинами.

Перед закладкой опыта мощность гумусового горизонта А черноземов в среднем была равна 39 см, горизонта АВ – 13 см. Во всех почвенных горизонтах в гранулометрическом составе преобладали фракции пыли (41–48%) и мелкого песка (19–26%). Плотность почвы изменялась от 1,02 г/см<sup>3</sup> в пахотном горизонте до 1,46 г/см<sup>3</sup> в горизонте В<sub>к</sub>. Плотность твердой фазы соответственно составила 2,4–2,5 г/см<sup>3</sup>. В метровом слое влажность завядания находилась в пределах 109 мм, наименьшая влагоемкость – 195, полная – 370 мм. Гумуса в пахотном слое содержалось 4,2–4,8% [4].

Поля изучаемых севооборотов площадью 475 м<sup>2</sup> размещены рендомизированно по блокам в трехкратной повторности. Севообороты изучали на двух фонах интенсификации: 1) малоинтенсивный – без применения удобрений + гербицидная обработка по базовой технологии (контроль 0); 2) интенсивный – комплексное применение удобрений и средств защиты растений (комплексная химизация К). Дозы удобрений рассчитаны по среднесугодней норме N<sub>60</sub> P<sub>30</sub> на 1 га севооборотной площади, или N<sub>240</sub> P<sub>120</sub> за четырехлетнюю ротацию. Удобрения в виде N<sub>аа</sub> и P<sub>сф</sub> вносили осенью под основную обработку: фосфорные – в запас на ротацию севооборота из расчета 30 кг д. в./га под культуру, азотные удобрения вносили под ячмень: в зернопаровом севообороте в дозе 100 кг д. в./га, а в зерновом – 60 кг д. в./га. В качестве основной обработки почвы проводили осеннее глубокое рыхление стойками конструкции СибИМЭ на глубину 25–27 см.

Почвенные разрезы заложены на заключительной культуре – ячмене на полях с комплексной химизацией в следующих севооборотах 1) зернопаровой: пар чистый – пшеница – пшеница – ячмень; 2) зерновой: пшеница – овес – пшеница – ячмень; 3) бессменная пшеница. Комплексная химизация позволяет более четко выявить влияние антропогенеза на свойства почвы. В почвенных образцах определяли плотность почвы методом Качинского, плотность твердой фазы – пикнометрически, скважность – расчетным методом [5]. Математическая обработка результатов исследований проведена с использованием пакета программы SNEDECOR [6].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как показало изучение морфологических профилей черноземов в зерновом севообороте и под бессменной пшеницей, их строение примерно одинаковое; в них нет признаков оглеения и оподзоливания, хотя линия вскипания залегает глубже 100 см: в зерновом севообороте вскипание со 123 см, под бессменной пшеницей – со 115 см.

Рассмотрим морфологический профиль чернозема выщелоченного под ячменем в зерновом севообороте. Участок поля – выровненный, без западин, вскипание от 10% HCl – со 123 см, линия вскипания ровная. Состояние посевов ячменя хорошее.

A<sub>max</sub>  $\frac{0-27}{27}$  см – темно-серый, однородно окрашен, увлажнен, уплотнен, комковато-зернистый, зернистость хорошо выражена, среднесуглинистый, мелкопористый, пронизан корнями растений. В слое 0–15 см видна разлагающаяся солома, которая придает горизонту рыхлость. Переход в следующий горизонт постепенный.

A  $\frac{27-42}{15}$  см – темно-серый, однородно окрашенный, местами имеются буроватые пятна – бывшие ходы землероек, комковато-зернистый, мелкопористый, увлажненный, среднесуглинистый, пронизан корнями растений, слегка уплотнен. Переход заметный по цвету и значительно перерыв землеройками.

AB  $\frac{42-66}{24}$  см – буровато-темный, неоднородный, перерыв кротовинами, которые заполнены как гумусовым материалом, так и материнской породой, увлажнен, слегка уплотнен, непрочно-комковатый, мелкопористый, среднесуглинистый, пронизан корнями, много корневищ, переход в следующий горизонт постепенный.

B  $\frac{67-100}{33}$  см – желто-бурый, неоднородный, также перерыв землеройками, увлажнен, слегка уплотнен (меньше предыдущих), непрочно-комковатый, хорошо видны тонкие корни растений, мелкопористый, среднесуглинистый. Переход постепенный.

BC  $\frac{100-115}{15}$  см – желто-бурый, увлажнен, слегка уплотнен, непрочно-комковатый, местами видны гляцевые потеки, среднесуглинистый, пористый, единичные корни растений. Переход ясный по цвету.

С 123–150 см – палево-желтый, увлажнен, слабо  
27 уплотнен, среднесуглинистый, карбонатный. Карбонаты в виде псевдомицелия и скопления в виде «белоглазки».

Под бессменной пшеницей почвенный профиль более уплотнен. В нем четко выделяется слой 0–5 см повышенной рыхлости. Далее идут горизонты примерно одинаковой плотности. В зерновом севообороте визуальное изображение профиля чернозема более рыхлый. Весь 27-сантиметровый слой пронизан соломой предыдущих лет, что придает профилю повышенную рыхлость. Если под бессменной пшеницей структура пахотного горизонта комковато-пылеватая, то в зерновом – комковато-зернистая как в горизонте  $A_{\text{пах}}$ , так и в горизонте А, причем здесь преобладает хорошо выраженная зернистая структура.

Местоположение почвенного разреза в зернопаровом севообороте несколько отличается от предыдущих двух разрезов. По рельефу разницы в местоположении всех разрезов нет – они заложены на выровненных участках без западин, но данное поле зернопарового севооборота ближе расположено к лесополосе (около 50 м) по сравнению с предыдущими разрезами. На свойствах данной почвы, в первую очередь, сказались влияние лесополос, так как усилилось развитие промывного типа водного режима за счет дополнительного снего- и влагонакопления. Кроме того, введение чистого пара также способствовало дополнительному влагонакоплению, что в целом привело к проявлению в профиле почвы в нижней части горизонта АВ признаков оподзоливания в виде кремнеземистой присыпки.

Морфологический профиль почвы в зернопаровом севообороте не вскипает даже с глубины 150 см. Состояние посевов ячменя хорошее.

$A_{\text{пах}}$  0–27 см – темно-серый, однородно окрашен,  
27 увлажнен, комковато-пылеватый, преобладает пылеватость, рыхлый, среднесуглинистый, мелкопористый, корни растений и остатки соломы прежних лет. Переход в следующий горизонт постепенный.

А 27–47 см – темно-серый, однородно окрашен,  
20 увлажненный, комковато-зернистый, мелкопористый, пронизан корнями растений, по граням структурных отдельных виден слабый «глянец», легкосуглинистый. Переход заметный по цвету.

АВ 47–62 см – буровато-желтый, хорошо видны  
15 заливки и затеки, увлажнен, пронизан корнями растений, комковато-непрочно-плитовидный, книзу видна хорошо выраженная кремнеземистая присыпка, среднесуглинистый, мелкопористый, сильно пронизан корнями растений. Переход постепенный.

В 62–90 см – желто-бурый, замето перерыв  
28 леройками, есть кротовины, заполненные гумусовым материалом, комковато-непрочно-призмовидный, глянec по граням структурных отдельных и небольшая кремнеземистая присыпка, слегка уплотнен, мелкопористый, среднесуглинистый, корни растений. Переход постепенный.

ВС 90–130 см – желто-бурый, уплотнен, увлажнен,  
40 хорошо видна кремнеземистая присыпка, непрочно-комковатый, мелкопористый, корни растений, мелкие вкрапления ржаво-охристых пятен, среднесуглинистый, близко к легкосуглинистому, имеются кротовины, переход постепенный.

С 130–150 см – желто-бурый, бескарбонатный, лег-  
20 кий суглинок, имеются поры, видно слабое огление в виде небольших сизых пятен.

Данную почву следует назвать луговато-черноземной среднеспособной малогумусной среднесуглинистой на легком суглинке.

Таким образом, близкое расположение лесополос и наличие пара в севообороте способствуют созданию особых экологических условий почвообразования в северной лесостепи Приобья, которые отразились на морфологическом профиле почв в виде усиления признаков подзолообразовательного процесса, на что указывают и результаты других исследователей. Даже в степной зоне Предуралья наличие лесных массивов существенно влияет на почвообразовательный процесс [7]. В зерновом севообороте и под бессменной пшеницей при отсутствии пара данные явления не проявляются.

Изменения морфологических признаков в профиле черноземов выщелоченных оказывают влияние на агрофизические свойства – плотность твердой фазы почвы (ПТФ), плотность почвы (ПП) и их порозность.

Плотность твердой фазы почвы зависит от природы составляющих почву минералов и от содержания в ней органического вещества. Чем больше гумуса содержит почва, тем меньше плот-

ность твердой фазы. В среднем плотность твердой фазы почвы для большинства почв равна 2,50–2,65 г/см<sup>3</sup> [8].

При сравнении первичных результатов исследований, установленных лабораторией сево-

оборотов СибНИИЗиХ перед закладкой опыта, с полученными нами установлено, что после трех ротаций севооборотов и под бессменной пшеницей прослеживалась тенденция к некоторому увеличению ПТФ чернозема (табл. 1).

*Таблица 1*

**Плотность твердой фазы и плотность чернозема в севооборотах и под бессменной пшеницей (n = 3), г/см<sup>3</sup>**

| Глубина отбора образца   | Севооборот   |           |                    |
|--|--------------|-----------|--------------------|
|  | зернопаровой | зерновой  | бессменная пшеница |
| <i>Плотность твердой фазы почвы</i>  |              |           |                    |
| 0–10   | 2,49±0,15    | 2,42±0,15 | 2,37±0,18          |
| 10–20  | 2,61±0,15    | 2,32±0,32 | 2,47±0,15          |
| 20–40  | 2,45±0,16    | 2,44±0,10 | 2,40±0,09          |
| НСР <sub>05</sub> по фактору А – севооборот и бессменная культура 0,09; В – глубина отбора образца 0,06; АВ – 0,23 |              |           |                    |
| <i>Плотность почвы</i>   |              |           |                    |
| 0–10   | 1,18±0,04    | 1,01±0,07 | 1,05±0,02          |
| 10–20  | 1,16±0,04    | 1,09±0,01 | 1,08±0,01          |
| 20–40  | 1,16±0,04    | 1,09±0,05 | 1,07±0,06          |
| НСР <sub>05</sub> по фактору А – севооборот и бессменная культура 0,03; В – глубина отбора образца 0,02; АВ – 0,08 |              |           |                    |

На фоне комплексной химизации ПТФ менялась от 2,45 до 2,61 г/см<sup>3</sup>. При переходе от слоя 0–10 см к слою 10–20 см отмечена тенденция к увеличению ПТФ в зернопаровом севообороте и под бессменной пшеницей. Д. И. Щегловым [1] установлено, что во всех подтипах черноземов происходит увеличение ПТФ вниз по профилю, что обусловлено, по его мнению, изменением свойств (гранулометрического состава, содержания гумуса и т.д.) в этом направлении. Данная закономерность выявлена и в наших исследованиях.

Таким образом, значения ПТФ в результате 11-летнего использования черноземов в зернопаровом севообороте (2,49 г/см<sup>3</sup>) выше по сравнению с бессменной пшеницей (2,37 г/см<sup>3</sup>), что вполне может быть объяснено пестротой свойств почвенного покрова. По севооборотам и бессменной пшеницей плотность твердой фазы возрастала в следующем порядке: бессменная пшеница < зерновой < зернопаровой. Комплексная химизация не оказала достоверно значимого влияния на изменение показателя ПТФ. Однако при применении удобрений и средств защиты растений прослеживалась тенденция к ее незначительному снижению.

Показатели плотности сложения, полученные нами при сравнении первичных данных и после трех ротаций севооборотов, свидетельствовали о некотором увеличении ПП (см. табл. 1). Наибольшее уплотнение среди севооборотов установлено в зернопаровом, где она изменялась

от 1,12 до 1,22 г/см<sup>3</sup> в слое 0–10 см, а в слоях 10–20 и 20–40 см плотность сложения была одинаковой (1,16–1,09 г/см<sup>3</sup>). Наименьшее уплотнение было отмечено в зерновом севообороте, что связано со значительным накоплением в профиле полуперепревшей и перепревшей соломы, которая хорошо видна при вскрытии морфологического профиля. При оценке плотности почв по Качинскому пашня под севооборотами соответствовала уплотненной.

Д. И. Щеглов [1] установил, что в профиле всех подтипов черноземов плотность сложения с глубиной закономерно возрастает, однако этот показатель увеличивается неравномерно. Наиболее существенные изменения величины ПП характерны для верхней части гумусового слоя, что подтверждено и нашими исследованиями. Меньшее уплотнение было установлено в слое 0–10 см. С глубиной отмечена тенденция к незначительному снижению ПП. Плотность сложения в севооборотах и под бессменной пшеницей была оптимальной (1,0–1,2 г/см<sup>3</sup>) для развития зерновых культур [8].

Таким образом, в севооборотах и под бессменной пшеницей в результате 11-летнего использования черноземов наибольшее значение плотности сложения отмечено в зернопаровом севообороте (1,17 г/см<sup>3</sup>), что на 0,08–0,09 г/см<sup>3</sup> выше, чем под посевами в зерновом севообороте и бессменной пшеницей. В целом в севооборотах и под бессменной пшеницей ПП возрастала в сле-

дующем ряду: зерновой < пшеница бессменная < зернопаровой.

Объем пор в почве и их размер зависят от гранулометрического состава и структуры. Порозность определяет важнейшие свойства почвы, и прежде всего воздушные. При сравнении полученных данных с первичными отмечено не-

значительное снижение данного показателя. На фоне комплексной химизации наблюдалась тенденция к некоторому увеличению скважности, однако достоверно значимых различий не установлено. Наибольшая скважность отмечена в зерновом севообороте, наименьшая – в зернопаровом (табл. 2).

*Таблица 2*

**Скважность черноземов и пористость аэрации в севооборотах и под бессменной пшеницей, % (n = 3)**

| Глубина отбора образца  | Севооборот   |          |                    |
|---|--------------|----------|--------------------|
|   | зернопаровой | зерновой | бессменная пшеница |
| <i>Скважность</i>   |              |          |                    |
| 0–10  | 52,0±4,6     | 58,0±1,5 | 56,0±3,5           |
| 10–20   | 55,0±3,1     | 53,0±6,0 | 56,0±2,5           |
| 20–40   | 52,0±5,1     | 55,0±0,6 | 55,0±4,6           |
| НСР <sub>05</sub> по фактору А – севооборот и бессменная культура 2,3; В – глубина отбора образца 1,7; АВ – 5,7 |              |          |                    |
| <i>Порозность аэрации</i>   |              |          |                    |
| 0–10  | 33±5,6       | 41±2,1   | 41±4,0             |
| 10–20   | 40±3,5       | 31±7,0   | 41±4,5             |
| 20–40   | 38±5,7       | 35±0,6   | 41±5,6             |
| НСР <sub>05</sub> по фактору А – севооборот и бессменная культура 2,8; В – глубина отбора образца 2,0; АВ – 6,9 |              |          |                    |

Таким образом, в севооборотах и под бессменной пшеницей в результате 11-летнего использования чернозема наибольшее значение порозности почвы отмечено под посевами ячменя в зерновом севообороте в слое 0–10 см. С глубиной порозность снижалась. В целом по севооборотам и бессменной пшеницей скважность возрастала в следующем порядке: зернопаровой < пшеница бессменная < зерновой.

Наибольшую агрономическую ценность имеют поры активные, занятые капиллярной водой, и поры аэрации. Последние должны составлять не менее 20–25 % общей порозности [5]. Среди севооборотов меньшая величины порозности аэрации была в зерновом севообороте, а наибольшая – под бессменной пшеницей.

Достоверно значимые различия по порозности аэрации установлены между зернопаровым, зерновым севооборотами и бессменной пшеницей. Увеличение порозности аэрации на фоне применения удобрений и средств защиты растений связано со снижением ПП и содержания продуктивной влаги. Общая порозность при этом возрастала. С глубиной порозность аэрации снижалась. В целом по севооборотам и бессменной пшеницей этот показатель возрастал в следующем порядке: зернопаровой < зерновой < бессменная пшеница.

Таким образом, по севооборотам и бессменной пшеницей скважность в черноземах выще-

лоченных под посевами была удовлетворительной для пахотного слоя. Поры аэрации составили более 25 % скважности, что свидетельствовало о создании оптимальных условий для возделывания сельскохозяйственных культур.

**ВЫВОДЫ**

1. Близкое расположение лесополос и наличие пара в зернопаровом севообороте способствовали созданию особых условий почвообразования, которые отразились на морфологическом профиле черноземов выщелоченных в виде кремнеземистой присыпки и образования ржаво-охристых пятен и конкреций. Эти признаки позволили перевести черноземы выщелоченные в тип луговато-черноземных почв.
2. Изменения морфологических признаков в черноземах выщелоченных оказали влияние на их агрофизические свойства. Плотность твердой фазы почвы увеличилась в севооборотах с 2,45 до 2,61 г/см<sup>3</sup>. Плотность почвы в севооборотах возрастала в следующем ряду: зерновой < бессменная пшеница < зернопаровой и по оценке плотности почва соответствовала уплотненной.
3. Наименьшее значение пористости почвы установлено в зернопаровом севообороте

и возрастало в следующем порядке: зернопаровой < пшеница бессменная < зерновой. Скважность почвы была удовлетворительной

для пахотного слоя, что свидетельствовало о создании оптимальных условий для возделывания сельскохозяйственных культур.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щеглов Д. И. Черноземы центральных областей России: Современное состояние и направление эволюции // Вестн. Воронеж. гос. ун-та.– 2003.– № 2.– С. 187–195.
2. Хмелев В. А., Танасиенко А. А. Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования.– Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009.– 349 с.
3. *Адаптивно-ландшафтные* системы земледелия Новосибирской области / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим.– Новосибирск, 2002.– 388 с.
4. *Формирование* агроэкологических условий для агроценозов яровой пшеницы / В.К. Каличкин, Г.М. Захаров, Т.Н. Крупская и др. // Сиб. вестн. с.-х. науки.– 2003.– № 4.– С. 3–11.
5. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов: учеб. пособие.– Изд. 2-е.– М.: Высш. шк., 1973.– 399 с.
6. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере.– Новосибирск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004.– 162 с.
7. *Физические* свойства черноземов обыкновенных на сопредельных с лесными массивами участках степных ландшафтов / А.Н. Русанов, Е.Ю. Милановский, Ю.П. Верхошенцева и др. // Почвоведение.– 2012.– № 7.– С. 763–769.
8. *Практикум* по почвоведению / И. С. Кауричев, Н. П. Панов, М. В. Стратонович и др.– Изд. 3-е, перераб. и доп.– М.: Колос, 1980.– 272 с.

### MORPHOLOGICAL STRUCTURE AND AGROPHYSICAL PROPERTIES OF THE LEACHED BLACK SOILS OF NOVOSIBIRSK PREOBYE IN CONTINUOUS DIFFERENT SPECIES ROTATIONS

N. V. Semendyaeva, L. A. Karlovets, T. N. Krupskaya

*Key words:* morphological profile, leached black soil, soil density, general porosity, aeration porosity, rotation

*The paper studies morphological structure and agrophysical properties of the leached black soils of Novosibirsk Preobye in continuous different species rotations – grain, grain-fallow and under non-rotating wheat. It is established that the locations of forest shelter-belts close to each other and the presence of fallow encourage intensified washing-though water regime, emergence of siliceous powdering and rusty-ochre concretions. With all these, agrophysical properties of soils somewhat change, but despite this, they remain in their optimal range.*

## ЖИВОТНОВОДСТВО

УДК 636.2.062'082.12

## ВЛИЯНИЕ КРОССА ЛИНИЙ НА ЖИВУЮ МАССУ ПЛЕМЕННЫХ ТЕЛОК

А. В. Бакай, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

О. М. Мухтарова, ассистент

А. М. Мухтаров, аспирант

Московская государственная академия ветеринарной  
медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина

E-mail: bakai46@mail.ru

|   |
|---|
| <p><i>Ключевые слова:</i> линия, кросс<br/>линий, комбинационная способ-<br/>ность, живая масса</p> |
|---|

*Результаты исследования свидетельствуют о том, что использование кроссов линий и их комбинационной способности является эффективным методом совершенствования высокопродуктивных стад. Лучшей комбинационной способностью по показателям живой массы за весь период онтогенеза и возрасту первого осеменения в исследуемом поголовье оказался кросс линий Вис Бэк Айдиал 013415 x Пабст Говернер 882943.*

Общеизвестно, что разведение по линиям – наиболее надежный путь совершенствования существующих и вновь создаваемых пород на современном этапе развития животноводства [1].

Особое место занимает разделение популяций на специализированные материнские и отцовские линии, что способствует ускорению селекционного прогресса, так как количество учитываемых признаков в отдельных линиях сокращается и уменьшается значение отрицательной корреляции между продуктивными и репродуктивными признаками [2].

Для получения гетерозисных эффектов в скотоводстве применяется скрещивание животных разных пород и специализированных линий. При этом, как показали исследования R. Моав [3] и V. Jakubec [4], дифференциация популяций по продуктивным и репродуктивным признакам на материнские и отцовские и затем их использование дают возможность более полно использовать комбинационный гетерозис.

Прогресс линий в значительной степени определяется генотипом их основателей. Разведение генеалогически разнородных структур придает породе пластичность и позволяет использовать кроссы линий с целью закрепления положительных или ослабления нежелательных качеств [5–8].

*Общая комбинационная способность (ОКС)* – это способность линий или отдельного живот-

го, чаще всего производителей, давать высокопродуктивных потомков при спаривании с самками, различающимися по генотипу. ОКС производителей выявляется в высокой продуктивности их многочисленных потомков и оценивается отклонением продуктивности потомков от средней продуктивности по популяции [6, 9, 10].

*Специфическая комбинационная способность (СКС)* – это способность линий или отдельных животных, чаще всего производителей, давать высокопродуктивных потомков, но при спаривании с самками определенного генотипа. СКС соответствует специфической племенной ценности животных, ее можно определить только испытанием при проведении большого числа скрещиваний. СКС проявляется в том, что при определенной комбинации получаются потомки с лучшими по сравнению со средней по всем комбинациям показателями продуктивности [9].

Цель исследования: изучение влияния генотипа родителей (комбинационной способности линий) на живую массу племенных телок.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научно-исследовательская работа проводилась на поголовье скота черно-пестрой породы Московской области: ПЗ «Повадино», ЗАО СП

«Аксиньино», ОАО «Вохринка», ОАО «Совхоз имени С.М. Кирова», ЗАО «Матвеевское», ПЗ «Петровское», АО «Подмосковное», ЗАО «Сокольниково». Объектом исследований служили потомки племенных быков ведущих линий голштинской породы – Вис Бэк Айдиал 1013415, Рефлекшн Соверинг 198998, Монтвик Чифтейн 95679, Пабст Говернер 882943 и Силинг Трайджун Рокит 252803. Для изучения влияния генотипических и фенотипических факторов на хозяйственно-биологические признаки пользовались данными первичного зоотехнического учета. Для анализа были использованы показатели по 1870 головам.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В целях ускорения процесса генетического совершенствования стад при создании нового московского типа черно-пестрого скота в условиях

Московской области на разных этапах племенной работы использовались различные методы разведения и внутрипородные племенные ресурсы, одним из которых является кросс линий. Нам представилась возможность проанализировать особенности роста и развития молодняка, полученного в результате использования различных кроссов. Селекция позволяет из поколения в поколение улучшать генетические качества животных, т.е. выбирать лучшие из лучших, поэтому выращивание молочных телок на ремонт стада начинается с момента выбора производителя, потомство которого будет иметь наибольший генетический потенциал для производства молока.

Проведенный анализ показал, что среди всех кроссов по живой массе при рождении достоверных различий не выявлено. В 6 месяцев наибольшую живую массу имели потомки кросса Вис Бэк Айдиал 1013415 х Пабст Говернер 882943 – 170 кг. Общий прирост живой массы составил 138 кг (таблица).

Оценка живой массы телок от быков-производителей с разной комбинационной способностью

| Кросс линий<br>(линия отца х линия матери) | n   | Живая масса, кг, в возрасте |           |           |            |           |                    | Возраст<br>1-го осеменения, мес |
|--|-----|-----------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|--------------------|---------------------------------|
|  |     | при рождении                | 6 мес     | 10 мес    | 12 мес     | 18 мес    | при 1-м осеменении |                                 |
| В.Б.А. х Р.С.                              | 267 | 32,8±0,3                    | 160,8±1,5 | 249,1±2,2 | 292,2±2,5  | 397,5±3,0 | 389,0±1,8          | 17,8±0,2                        |
| В.Б.А. х М.Ч.                              | 194 | 30,9±0,3                    | 144,5±2,4 | 229,4±3,1 | 271,7±3,4  | 376,8±4,2 | 395,5±3,0          | 20,1±0,4*                       |
| В.Б.А. х П.Г.                              | 70  | 32,2±0,5                    | 170,0±2,8 | 258,1±3,2 | 301,5±3,6* | 416,2±3,6 | 381,1±3,9          | 16,1±0,2*                       |
| В.Б.А. х С.Т.Р.                            | 78  | 29,8±0,6                    | 130,4±3,2 | 208,0±3,6 | 248,3±4,3* | 349,8±5,4 | 398,5±3,8          | 22,6±0,7*                       |
| Р.С. х В.Б.А.                              | 233 | 30,3±0,3                    | 159,8±2,0 | 246,9±2,7 | 290,3±2,8  | 401,7±3,3 | 394,1±2,1          | 18,2±0,3                        |
| Р.С. х М.Ч.                                | 131 | 32,2±0,4                    | 160,8±2,5 | 248,6±3,5 | 294,4±3,8  | 408,6±4,4 | 399,9±3,0          | 17,6±0,3                        |
| Р.С. х П.Г.                                | 80  | 32,1±0,5                    | 168,6±3,0 | 257,5±3,1 | 296,7±3,3  | 412,5±3,9 | 387,7±2,8          | 16,8±0,3                        |
| Р.С. х С.Т.Р.                              | 38  | 27,9±0,5                    | 149,1±5,0 | 229,9±6,0 | 275,0±6,8  | 389,4±9,2 | 411,4±5,8          | 19,4±0,8                        |
| М.Ч. х В.Б.А.                              | 171 | 32,0±0,3                    | 160,9±2,0 | 255,0±2,6 | 301,1±2,8* | 413,6±2,9 | 398,0±1,9          | 17,0±0,2                        |
| М.Ч. х Р.С.                                | 122 | 33,5±0,4                    | 163,2±2,5 | 247,9±3,2 | 292,3±3,6  | 406,3±3,6 | 390,0±2,4          | 17,2±0,2                        |
| М.Ч. х П.Г.                                | 20  | 32,3±1,0                    | 155,2±5,8 | 239,2±5,9 | 283,9±6,4  | 395,3±4,8 | 393,4±5,3          | 17,7±0,5                        |
| М.Ч. х С.Т.Р.                              | 22  | 30,1±0,9                    | 149,0±5,7 | 222,1±6,9 | 265,7±6,6  | 375,8±7,1 | 375,0±4,0          | 18,0±0,6                        |
| П.Г. х В.Б.А.                              | 178 | 29,9±0,4                    | 148,5±1,5 | 237,2±2,1 | 284,7±2,4  | 394,8±2,7 | 388,0±1,9          | 17,3±0,2                        |
| П.Г. х Р.С.                                | 155 | 31,8±0,4                    | 152,6±1,8 | 243,1±2,6 | 291,4±2,8  | 394,0±2,8 | 387,5±1,9          | 17,2±0,2                        |
| П.Г. х М.Ч.                                | 92  | 30,6±0,4                    | 149,4±1,9 | 225,3±3,4 | 282,2±3,1  | 394,0±3,3 | 396,5±3,5          | 18,5±0,4                        |
| П.Г. х С.Т.Р.                              | 19  | 30,1±0,9                    | 138,4±4,7 | 224,4±6,7 | 269,5±6,6  | 375,6±7,1 | 401,4±4,8          | 20,2±1,0*                       |

Примечание. В.Б.А.– Вис Бэк Айдиал 1013415; Р.С.– Рефлекшн Соверинг 198998; М.Ч.– Монтвик Чифтейн 95679; П.Г.– Пабст Говернер 882943; С.Т.Р.– Силинг Трайджун Рокит 252803.

\* P>0,999.

Молодняк разного происхождения отличается определенной пластичностью, которая заключается в способности организма компенсировать временные задержки в развитии, что является природным свойством всех животных. Тем не менее в возрасте 1 года лучшие показатели по живой массе наблюдались у телок кросса Вис Бэк Айдиал 1013415 х Пабст Говернер 882943 – 301,5 кг, а так-

же Монтвик Чифтейн 95679 х Вис Бэк Айдиал 1013415 – 301,1 кг, что достоверно выше, чем у потомков линий Вис Бэк Айдиал 1013415 х Силинг Трайджун Рокит 252803 (P>0,999).

Комбинационная способность кросса линий Вис Бэк Айдиал 1013415 х Пабст Говернер 882943 заключается в том, что животные на протяжении всего периода от рождения до первого осеменения

не имеют отставаний в развитии и характеризуются более ранним половым созреванием. Телки кросса Вис Бэк Айдиал 1013415 х Пабст Говернер 882943 были осеменены в возрасте 16 месяцев, тогда как телки Вис Бэк Айдиал 1013415 х Монтвик Чифтейн 95679 – в 20 месяцев, Вис Бэк Айдиал 1013415 х Силинг Трайджун Рокит 252803 – в 22,6 месяца, Пабст Говернер 882943 х Силинг Трайджун Рокит 252803 – в 20,2 месяца ( $P > 0,999$ ).

Из полученных данных вытекает, что телки от быков кросса линий Вис Бэк Айдиал 1013415 х Пабст Говернер 882943 характеризовались наилучшими показателями роста, хорошо развивались и достигали соответствующей живой массы в более раннем возрасте, и именно эту комбинационную способность следует учитывать в дальнейшей селекционной работе.

Телки являются будущим всего стада, в то же время они являются животными, не производящими никаких продуктов, но требующими затрат в форме кормов, рабочей силы, ветеринарного обслуживания, возврат которых не является моментальным, он начинается только после первого отела. Именно поэтому выращивание молочных телок начинается с выбора быка-производителя, который с наибольшей вероятностью даст животных с высокими генетическими качествами для производства молока.

### ВЫВОДЫ

1. Лучшей комбинационной способностью в исследуемом поголовье отличается кросс линий Вис Бэк Айдиал 013415 х Пабст Говернер 882943, которая заключается в том, что животные на протяжении всего периода от рождения до первого осеменения не имеют отставаний в развитии и характеризуются более ранним половым созреванием.
2. По живой массе при рождении достоверных различий между кроссами не выявлено.
3. В 12 месяцев лучшие показатели по живой массе наблюдались у телок кросса Вис Бэк Айдиал 1013415 х Пабст Говернер 882943 – 301,5 кг, а также Монтвик Чифтейн 95679 х Вис Бэк Айдиал 1013415 – 301,1 кг, что достоверно выше, чем у потомков линий Вис Бэк Айдиал 1013415 х Силинг Трайджун Рокит 252803.
4. Телки кросса Вис Бэк Айдиал 1013415 х Пабст Говернер 882943 были осеменены в возрасте 16 месяцев, тогда как телки Вис Бэк Айдиал 1013415 х Монтвик Чифтейн 95679 в 20 месяцев, Вис Бэк Айдиал 1013415 х Силинг Трайджун Рокит 252803 – в 22,6 месяца, Пабст Говернер 882943 х Силинг Трайджун Рокит 252803 – в 20,2 месяца.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прудов А. И., Дунин И. М., Привалихин Г. М. Разведение по линиям – надежный путь совершенствования пород // Животноводство.– 1984.– № 10.– С. 34–35.
2. Smith C. Estimation of genetic change in farm livestock using field records // Animal Production.– 1962.– Vol.4.– P. 239–251.
3. Moav R. Specialized sire and dam lines. I. Economic evaluation of crossbreeds // Animal Production.– 1966.– Vol.8.– P. 193–202.
4. Jakubec V. Teorie hybridizace s modelovon aplikaci chow prasat. Studijni informace.– Zivocisna vyroba. UVML, 1973.
5. Совершенствование молочного скота и формирование желательного типа, адаптированного к разведению в условиях Западного Предуралья: учеб. пособие / А. И. Любимов и др.– Ижевск: Ижев. ГСХА, 2007.– 237 с.
6. Матвеева Г. С. Молочная продуктивность и живая масса первотелок в зависимости от их генотипа // Биотехнология в животноводстве: межрегион. науч. тр. молодых ученых – 100-летию СПбГУ.– СПб., 2004.– С. 59–60.
7. Матвеева Г. С., Жебровский Л. С. Сохранение генофонда помесных ремонтных телок при направленном выращивании // Докл. Россельскохозяйственной академии.– 2006.– № 1.– С. 33–35.
8. Жебровский Л. С., Бакаев З. З., Матвеева Г. С. Эффективность использования гомогенного подбора и гетерогенного подбора при совершенствовании генофонда племенных и продуктивных качеств

черно-пестрой породы в промышленных стадах // Сохранение и улучшение генофонда по племенным качествам сельскохозяйственных животных: сб. науч. тр.– СПб., Уфа, 2001.– С. 27–35.

9. *Жебровский Л. С.* Селекционная работа в условиях интенсификации животноводства: учеб. пособие.– Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1987.– 246 с.
10. *Матвеева Г. С.* Анализ среднесуточного прироста живой массы дочерей различных производителей и их кровность // Вестн. Костром. гос. ун-та им. Н. А. Некрасова.– 2006.– Т.12, № 4.– С. 32–33.

#### THE INFLUENCE OF LINE CROSS UPON LIVE WEIGHT OF PEDIGREE HEIFERS

A. V. Bakai, O. M. Mukhtarova, A. M. Mukhtarov

*Key words:* line, linear cross, combination ability, live weight

*The research outcomes evidence that the use of line crosses and line combination ability appears to be the efficient method to improve high productive herds. In the population examined, the cross of the lines With Back Ideal 013415 x Pabst Governor 882943 has the best combination ability for live weight indexes over the entire period of ontogenesis and the age of the first insemination.*

УДК 575.174:636.082

#### ГЕНЕТИКА КРУПНОПЛОДНОСТИ СВИНЕЙ: ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МАССЫ НОВОРОЖДЕННЫХ ПОРОСЯТ

<sup>1</sup>С. П. Князев, кандидат биологических наук, профессор

<sup>2</sup>С. В. Никитин, кандидат биологических наук

<sup>2</sup>В. И. Ермолаев, доктор биологических наук

<sup>1</sup>Новосибирский государственный аграрный университет

<sup>2</sup>Институт цитологии и генетики Сибирского отделения

Российской академии наук

E-mail: knyser@rambler.ru

**Ключевые слова:** генетика свиньи, масса новорожденных поросят, генетический полиморфизм

*Проанализированы малоизученные в современной частной генетике свиньи особенности генетического контроля крупноплодности как показателя интенсивности пренатального онтогенеза. Выявлен половой диморфизм по массе поросят при рождении, а также генетические и селекционные аспекты этого признака, обнаруженные в популяциях свиней различного направления продуктивности.*

Масса новорожденного поросёнка (крупноплодность) является признаком, который фиксируется в документах зоотехнического учёта, но не подвергается искусственному отбору, потому что стандарты бонитировки для него не предусмотрены [1]. Такое отношение к данному признаку со стороны селекционеров вполне оправданно, так как по времени проявления он наиболее отдалён как от конечного продукта товарного свиноводства (количества полученной от особи продукции), так и от времени отбора племенного молодняка в ремонт. Однако с точки зрения биологии свиньи масса новорожденных является признаком весьма интересным и информативным, как итог пренатального роста и стартовая черта для роста постнатального. По данным NCBI Map Viewer [2],

в генетическом контроле массы поросёнка при рождении участвует 101 локус количественных признаков (QTL), из которых для 7 показана связь непосредственно с различиями по массе при рождении. Ещё для 18 локусов показана связь с различиями по массе в более поздний период (3, 10, 13, 17 и 22 недели). Остальные локусы имеют (или могут иметь) общее влияние на рост [2]. Локусы, контролирующие рост массы свиней, отсутствуют в аутосомах № 2, 16, 17, половых хромосомах X, Y и в митохондриальной ДНК [2]. Таким образом, данные о связи живой массы с половыми хромосомами или митохондриальной ДНК, т. е. о сцеплении массы при рождении с полом, в настоящее время неизвестны. Кроме того, в литературе не удалось обнаружить каких-либо достоверных

сведений и о половых различиях по живой массе новорожденных поросят, хотя давно известно, что такие различия хорошо выражены в более позднем возрасте [3–5].

Цель настоящего исследования состоит в дальнейшем изучении биологии свиньи: поиске полового диморфизма по массе при рождении, анализе обнаруженных различий поросят разного пола, генетических и селекционных аспектов данного признака, характерных для сравниваемых популяций разного направления продуктивности.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования послужили свиньи двух популяций Экспериментального хозяйства

СО РАН: породы ландрас и миниатюрных лабораторных минисибс. В работе использованы собранные авторами данные по двум представительным выборкам: 36141 особь – свиньи ландрас и 3022 особи – минисибс. Эти две популяции были выбраны для сравнительного анализа ввиду направленности векторов искусственного отбора по живой массе и контрастности по массе поросят при рождении. Согласно нашим данным (табл. 1), для ландрасов Экспериментального хозяйства характерна высокая масса поросят при рождении, существенно превышавшая уровень 1,2 кг, являющийся нормой для заводских европейских пород [5]. Масса новорожденных минисибсов оказалась в 2 раза меньше, соответствуя массе при рождении у других миниатюрных форм домашних свиней [6].

Таблица 1

Различия самцов и самок по живой массе при рождении у домашних свиней двух контрастных форм

| Выборка                                     | Ландрас       |                               | Минисибс      |                               |
|---|---------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|
|   | объём выборки | среднее значение признака, кг | объём выборки | среднее значение признака, кг |
| <i>Исследованные популяции в целом</i>      |               |                               |               |                               |
| Всего                                       | 36141         | 1,2960±0,0015                 | 3022          | 0,6670±0,0031                 |
| Самцы                                       | 18028         | 1,3170±0,0022                 | 1551          | 0,6710±0,0042                 |
| Самки                                       | 18113         | 1,2740±0,0021                 | 1471          | 0,6620±0,0044                 |
| <i>Репродуктивное ядро каждой популяции</i> |               |                               |               |                               |
| Всего                                       | 1493          | 1,3960±0,0074                 | 130           | 0,7720±0,0150                 |
| Самцы                                       | 312           | 1,4430±0,0173                 | 50            | 0,8110±0,0246                 |
| Самки                                       | 1181          | 1,3840±0,0082                 | 80            | 0,7470±0,0186                 |

Статистическая обработка данных проводилась общепринятыми методами [7–10]. Различия между средними значениями и долями оценивали критерием Стьюдента ( $t_{\phi}$ ), различия между распределениями по классам признака – критерием  $\chi^2$  Пирсона.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование показало наличие полового диморфизма по массе при рождении в обеих популяциях. У ландрасов средняя масса самок при рождении статистически значимо ниже массы самцов,  $t_{\phi} = 14,20$ ,  $P < 0,001$ ) и составляет 96,74% от неё (табл. 1). Различие в сущности незначительно (меньше 3%), поэтому достоверно установить факт его существования стало возможным только благодаря внушительным объёмам выборок особей разного пола (более 18 тыс. особей в каждой). Аналогичное различие между новорожденными особями разного пола наблюдается и у минисибс,

но в этом случае превышение массы самцов над массой самок меньше, чем у ландрасов (средняя масса самок составляет 98,66% от массы самцов) и статистически незначимо ( $t_{\phi} = 1,53$ ). Однако утверждать, что в одной из исследованных популяций присутствует, а в другой отсутствует связь пола с исследуемым признаком, представляется неправомерным, так как объёмы выборок самцов и самок минисибс более чем в 10 раз меньше объёмов соответствующих выборок ландрасов, и, очевидно, для решения поставленной задачи недостаточны.

Межполовые различия по массе при рождении сохраняются и даже усиливаются при сравнении животных, отобранных в эффективную часть популяции (репродуктивное ядро, или воспроизводящий состав стада). Сравнения показали, что у особей эффективной части исследуемых популяций превышение самцов над самками по живой массе при рождении увеличилось (см. табл. 1), став статистически значимыми и у минисибс. В эффективной части популяции ландрасов сред-

няя масса самок при рождении составляла 95,91 % от средней массы самца ( $t_{\phi} = 3,06$ ,  $P < 0,01$ ), в эффективной части популяции минисибс – 92,11 % ( $t_{\phi} = 2,06$ ,  $P < 0,05$ ). Данное явление свидетельствует, что искусственный отбор, направленный у минисибс на уменьшение размеров полновозрастных животных, не повлиял на различие между самцами и самками по массе при рождении. У домашних свиней отбор по основному селекционируемому признаку всегда более строг среди самцов, чем среди самок, хотя бы просто потому, что в воспроизводящем составе хряков требуется в несколько раз меньше, чем свиноматок. Логика селекционного процесса, у миниатюрных свиней направленного на уменьшение конечного размера животных, должна была привести к тому, что самцы, отобранные для воспроизводства, при рождении мельче самок или, при отсутствии положительной связи между массой при рождении и ростом в постнатальный период, эти различия в репродуктивном ядре должны быть такими же, как и в популяции. В реальности у минисибс наблюдается совершенно противоположная картина: у особей репродуктивного ядра превышение самцов над самками по массе при рождении усилилось (см. табл. 1).

В обеих изучаемых популяциях у особей репродуктивного ядра живая масса при рождении статистически значимо выше, чем у особей соответствующего пола в популяции в целом (см. табл. 1). У ландрасов средняя для популяции масса новорожденных разного пола составляет 91,23 % ( $t_{\phi} = 7,20$ ,  $P < 0,001$ ) для самцов и 92,05 % ( $t_{\phi} = 13,01$ ,  $P < 0,001$ ) для самок от массы особей соответствующего пола, включённых в репродуктивное ядро. У минисибс эти цифры равны 82,74 ( $t_{\phi} = 5,59$ ,  $P < 0,001$ ) и 88,62 % ( $t_{\phi} = 4,46$ ,  $P < 0,001$ ) соответственно. Таким образом, у ландрасов отношение средней для популяции массы новорожденной особи к массе особи репродуктивного ядра соответствующего пола мало отличается для самцов и самок (разница менее 1 %), а у минисибс это отличие выражено более существенно (разница более 5 %), т.е. превышение средней массы новорожденных особей, включённых в репродуктивное ядро, над значениями, средними для популяции, оказалось больше там, где искусственный отбор направлен на уменьшение размеров полновозрастного животного. Для выяснения причин этого парадокса были построены распределения особей по классам признака (табл. 2).

Оказалось, что если в популяции ландрасов в целом распределения самцов и самок по классам признака статистически значимо различаются ( $\chi^2 = 233,25$ , d. f. = 27,  $P < 0,001$ ), то в популяции минисибс это различие недостоверно ( $\chi^2 = 17,88$ , d. f. = 14). В репродуктивном ядре распределения самцов и самок по массе при рождении статистически значимы для обеих популяций ( $\chi^2 = 38,34$ , d. f. = 21,  $P < 0,05$  и  $\chi^2 = 18,54$ , d. f. = 8,  $P < 0,05$  соответственно для ландрасов и минисибс). Различия между распределениями новорожденных поросят по массе в популяциях в целом и распределениями особей соответствующего пола в репродуктивном ядре также статистически значимы (у ландрасов  $\chi^2 = 98,25$ , d. f. = 25,  $P < 0,001$  и  $\chi^2 = 204,11$ , d. f. = 26,  $P < 0,001$  соответственно для самцов и самок; у минисибс –  $\chi^2 = 57,76$ , d. f. = 13,  $P < 0,001$  и  $\chi^2 = 33,67$ , d. f. = 11,  $P < 0,001$ ).

Таким образом, результаты сравнения распределений особей по классам признака соответствуют результатам сравнения средних значений и дополняют их. В целом в репродуктивном ядре распределения смещены в сторону возрастания значений признака, при этом смещение сильнее выражено у самцов (рис. 1, 2).

В популяции ландрасов у самцов переместился модальный класс, у самок модальный класс остался на прежнем месте, но заметно увеличилась отрицательная асимметрия распределения (см. рис. 1). В популяции минисибс распределения самцов и самок репродуктивного ядра сдвинуты вправо с перемещением модального класса (см. рис. 2).

В совокупности и средние значения признака, и его распределения показывают, что в популяциях домашних свиней действует отбор, вектор которого направлен в сторону увеличения массы новорожденных независимо от направления искусственного отбора по массе животных в более позднем возрасте. Причиной обнаруженных различий между репродуктивным ядром и популяцией в целом может быть описанная в литературе связь между массой новорождённого поросёнка и его выживаемостью в подсосный период. Так, для поросят с массой при рождении более 1700 г вероятность дожить до отъёма составляет 85 %, с массой 1135–1350 г – 75 %, а с массой 570 г и меньше – менее 2 % [5]. В связи с этим следует отметить, что в популяции минисибс, где масса поросят при рождении составляла в среднем 667 г, сохранность поросят к отъёму действительно была чрезвычайно низкой [6].

Распределение особей по классам признака

| Класс признака | Ландрас           |       |                     |       | Минисибс          |       |                     |       |
|----------------|-------------------|-------|---------------------|-------|-------------------|-------|---------------------|-------|
|                | популяция в целом |       | репродуктивное ядро |       | популяция в целом |       | репродуктивное ядро |       |
|                | самцы             | самки | самцы               | самки | самцы             | самки | самцы               | самки |
| 0,2            | 0                 | 1     | 0                   | 0     | 2                 | 2     | 0                   | 0     |
| 0,3            | 4                 | 5     | 0                   | 0     | 17                | 20    | 0                   | 0     |
| 0,4            | 21                | 23    | 0                   | 0     | 86                | 97    | 0                   | 3     |
| 0,5            | 42                | 73    | 1                   | 2     | 239               | 243   | 0                   | 3     |
| 0,6            | 88                | 116   | 2                   | 2     | 336               | 343   | 2                   | 16    |
| 0,7            | 160               | 214   | 3                   | 2     | 362               | 318   | 17                  | 15    |
| 0,8            | 297               | 356   | 2                   | 12    | 257               | 218   | 10                  | 20    |
| 0,9            | 662               | 778   | 6                   | 22    | 151               | 129   | 15                  | 14    |
| 1,0            | 1930              | 2390  | 17                  | 86    | 77                | 64    | 5                   | 6     |
| 1,1            | 1763              | 1984  | 10                  | 82    | 13                | 23    | 0                   | 0     |
| 1,2            | 2608              | 2674  | 35                  | 158   | 8                 | 10    | 0                   | 3     |
| 1,3            | 2926              | 2923  | 36                  | 199   | 0                 | 4     | 0                   | 0     |
| 1,4            | 2150              | 2124  | 51                  | 177   | 1                 | 0     | 0                   | 0     |
| 1,5            | 2007              | 1805  | 42                  | 156   | 1                 | 0     | 0                   | 0     |
| 1,6            | 1088              | 1015  | 32                  | 101   | 0                 | 0     | 0                   | 0     |
| 1,7            | 867               | 643   | 30                  | 72    | 1                 | 0     | 1                   | 0     |
| 1,8            | 529               | 396   | 18                  | 44    | –                 | –     | –                   | –     |
| 1,9            | 261               | 190   | 12                  | 22    | –                 | –     | –                   | –     |
| 2,0            | 408               | 242   | 7                   | 14    | –                 | –     | –                   | –     |
| 2,1            | 93                | 65    | 2                   | 13    | –                 | –     | –                   | –     |
| 2,2            | 49                | 45    | 2                   | 7     | –                 | –     | –                   | –     |
| 2,3            | 38                | 25    | 1                   | 4     | –                 | –     | –                   | –     |
| 2,4            | 17                | 11    | 2                   | 1     | –                 | –     | –                   | –     |
| 2,6            | 9                 | 11    | 1                   | 4     | –                 | –     | –                   | –     |
| 2,6            | 7                 | 2     | 0                   | 0     | –                 | –     | –                   | –     |
| 2,7            | 0                 | 1     | 0                   | 1     | –                 | –     | –                   | –     |
| 2,8            | 2                 | 1     | 0                   | 0     | –                 | –     | –                   | –     |
| 3,0            | 2                 | 0     | 0                   | 0     | –                 | –     | –                   | –     |

Таким образом, крупноплодность как признак пренатального онтогенеза является мишенью отбора по жизнеспособности в ранний постнатальный период. Настоящее исследование показывает, что действие естественного отбора по жизнеспособности сильнее выражено в популяции минисибс. Доля особей с массой при рождении менее 0,6 кг, высокая для обоих полов в популяции в целом, резко падает в репродуктивном ядре, т. е. среди особей выживших и попавших в воспроизводящий состав (см. рис. 2). В популяции ландрасов такой отбор не может иметь существенного значения, доля особей с массой при рождении менее 0,6 кг для этого слишком мала (см. рис. 1). Давление отбора практически полностью приходится на особей с массой при рождении от 0,6 до 1,7 кг. Очевидно, что у ландрасов смещение распределений самцов и самок репродуктивного ядра связано не столько с естественным отбором по жизнеспособности, сколько с *автоматиче-*

*ским* отбором по скорости пренатального роста, который является следствием искусственного отбора по скорости роста в постнатальный период.

Руководствуясь данными литературы о связи массы при рождении с жизнеспособностью [5], каждую из анализируемых выборок можно разделить на три класса: особи с массой при рождении менее 0,6 кг, особи с массой от 0,6 до 1,7 кг и особи с массой более 1,7 кг (см. табл. 3). В этом случае более заметным становится взаимодействие общего для ландрасов и минисибс естественного отбора по жизнеспособности, направленного на увеличение массы при рождении, с искусственным отбором, который в популяции ландрасов направлен на увеличение, а в популяции минисибс на уменьшение массы взрослых животных.

При сравнении популяций ландрасов и минисибс первое, что обращает на себя внимание – это отсутствие у миниатюрных свиной новорожденных особей с массой более 1,7 кг, притом что доля

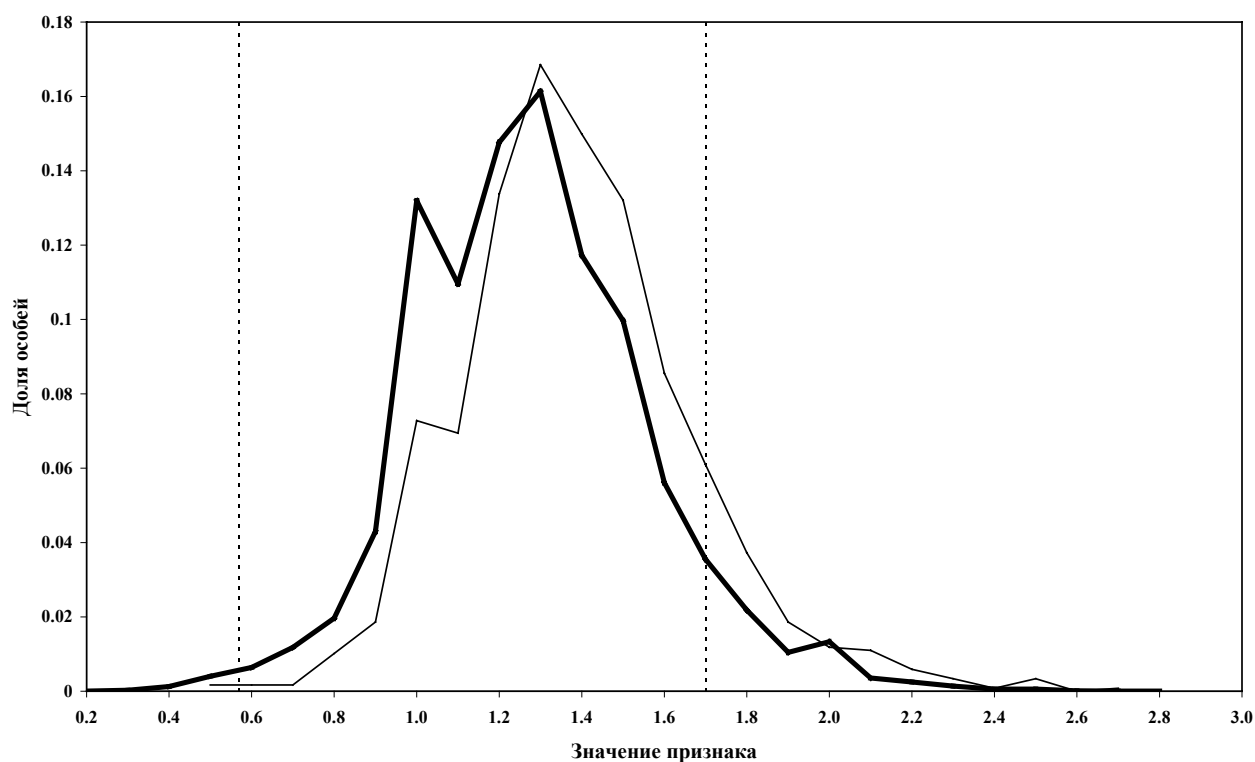
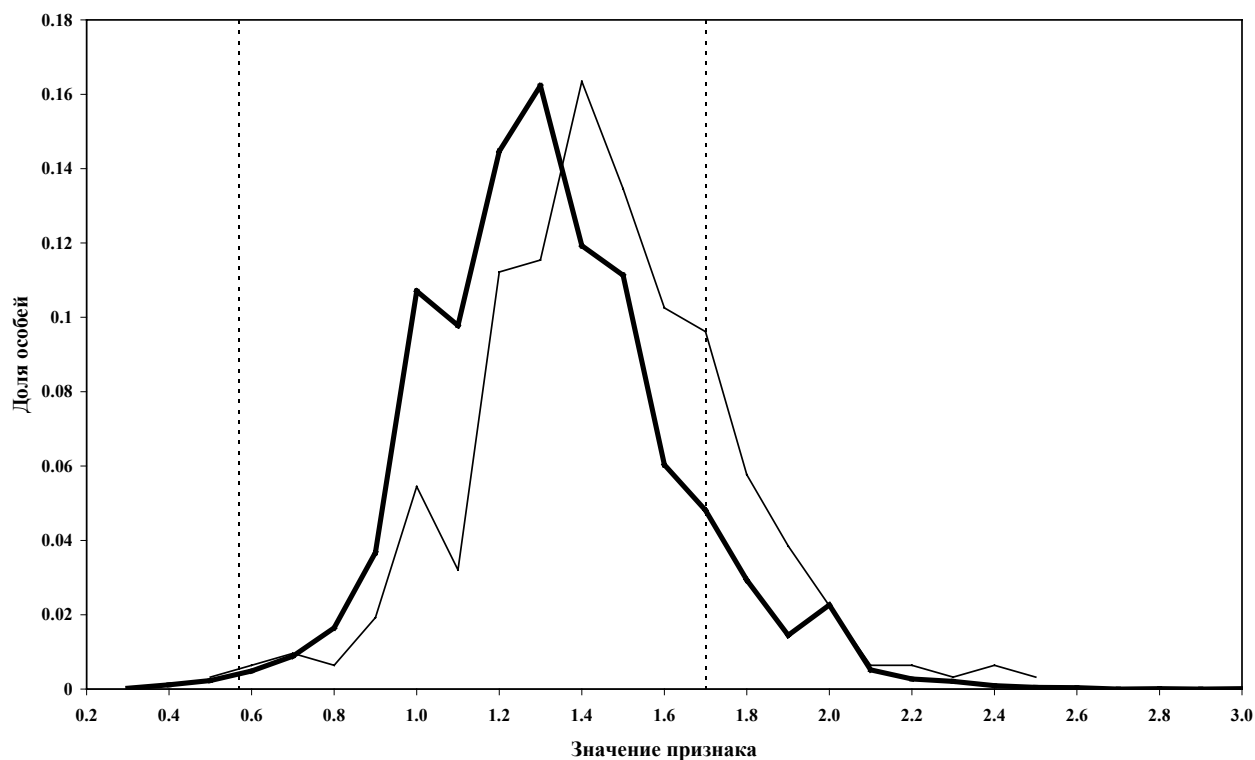


Рис. 1. Распределение свиней породы ландрас в популяции и репродуктивном ядре по классам массы при рождении (вверху – распределение самцов, внизу – самок; жирная линия – распределение особей в популяции, тонкая линия – распределение особей в репродуктивном ядре; вертикальные штрих-линии – границы классов с низкой (2% – при массе новорожденных менее 0,57 кг) и высокой (85% – при массе новорожденных более 1,7 кг) сохранностью поросят в подсосный период)

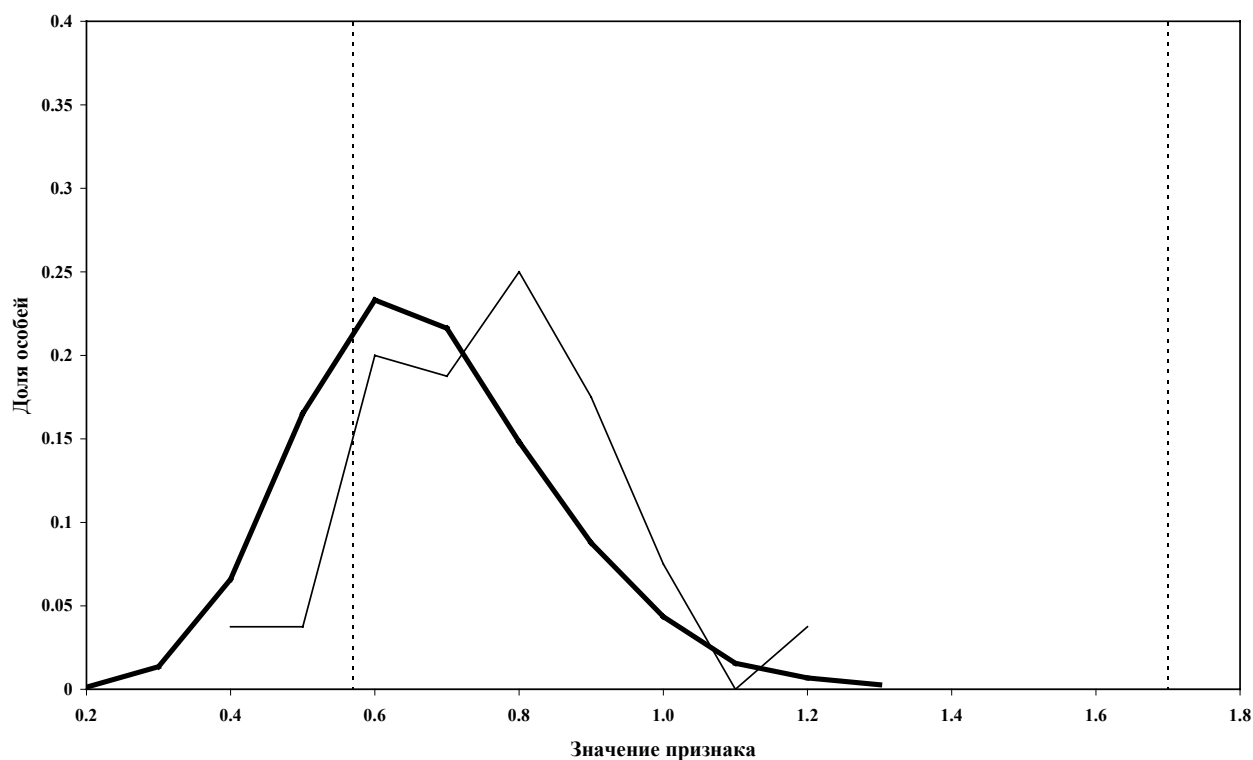
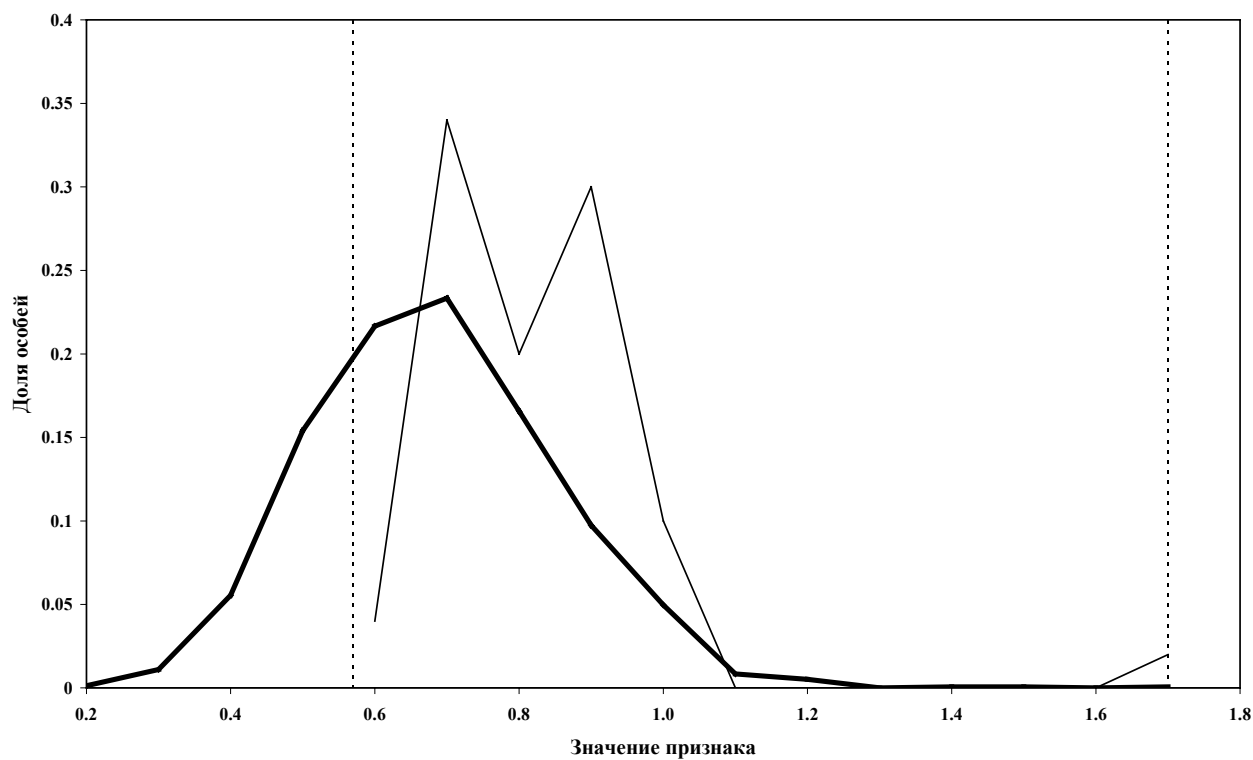


Рис. 2. Распределение свиней минисибс в популяции и в репродуктивном ядре по классам массы при рождении (усл. обозначения см. рис. 1)

Доля особей в классах с различной массой при рождении

| Выборка                              | Класс признака |                  |               |
|--------------------------------------|----------------|------------------|---------------|
|                                      | менее 0,6 кг   | от 0,6 до 1,7 кг | более 1,7 кг  |
| <b>Ландрас</b>                       |                |                  |               |
| <i>Популяция в целом</i>             |                |                  |               |
| Самцы                                | 0,0040±0,0005  | 0,9180±0,0020    | 0,0780±0,0020 |
| Самки                                | 0,0050±0,0005  | 0,9400±0,0018    | 0,0550±0,0017 |
| <i>Репродуктивное ядро популяции</i> |                |                  |               |
| Самцы                                | 0,0030±0,0031  | 0,8530±0,0201    | 0,1440±0,0199 |
| Самки                                | 0,0020±0,0013  | 0,9050±0,0085    | 0,0930±0,0085 |
| <b>Минисибс</b>                      |                |                  |               |
| <i>Популяция в целом</i>             |                |                  |               |
| Самцы                                | 0,2220±0,0106  | 0,7780±0,0106    | –             |
| Самки                                | 0,2460±0,0112  | 0,7540±0,0112    | –             |
| <i>Репродуктивное ядро популяции</i> |                |                  |               |
| Самцы                                | 0,0000±0,0192  | 1,0000±0,0192    | –             |
| Самки                                | 0,0750±0,0294  | 0,9250±0,0294    | –             |

новорожденных с массой менее 0,6 кг достоверно больше, чем у ландрасов ( $t_{\phi} = 20,54, P < 0,001$  и  $t_{\phi} = 21,50, P < 0,001$  соответственно для самцов и самок). Очевидно, что это различие популяций не может быть обусловлено ничем иным, кроме как отбором миниатюрных свиней в направлении уменьшения размеров и массы тела. И в популяции ландрасов, и в популяции минисибс различие самцов и самок по доле особей с массой при рождении менее 0,6 кг статистически незначимо ( $t_{\phi} = 1,41$ , и  $t_{\phi} = 1,56$  соответственно для ландрасов и минисибс), т. е. на проявление данного фенотипа пол не влияет.

Однако при рассмотрении в популяции ландрасов двух других классов новорожденных: массой 0,6–1,7 и более 1,7 кг – наблюдается иная картина. Среди самцов особей массой от 0,6 до 1,7 кг статистически значимо меньше ( $t_{\phi} = 8,18, P < 0,001$ ), а с массой более 1,7 кг статистически значимо больше ( $t_{\phi} = 8,76, P < 0,001$ ), чем среди самок. Это можно понимать так, что по каким-то причинам (физиологическим, гормональным или генетическим) происходит «перемещение» части самцов из класса с массой от 0,6 до 1,7 кг в класс с массой более 1,7 кг. Среди возможных генетических причин этого «перемещения» наиболее логичным будет предполагать эффект (возможно, побочный) одного из генов Y-хромосомы.

Репродуктивное ядро ландрасов сохранило особенности, свойственные популяции в целом (см. табл. 3). Различия по доле особей массой менее 0,6 кг незначимы ( $t_{\phi} = 0,30$ ), доля особей с массой от 0,6 до 1,7 кг у самцов достоверно меньше ( $t_{\phi} = 2,38, P < 0,05$ ), а доля особей с массой более 1,7 кг достоверно больше ( $t_{\phi} = 2,37, P < 0,05$ ),

чем у самок. В то же время произошли изменения, благодаря которым репродуктивное ядро стало отличаться от исходной популяции.

У самок воспроизводящего состава доля особей с массой менее 0,6 кг достоверно ниже ( $t_{\phi} = 2,16, P < 0,05$ ), чем в популяции в целом, у самцов это понижение оказалось незначимо ( $t_{\phi} = 0,32$ ). У самцов и самок статистически значимо понизилась доля особей с массой от 0,6 до 1,7 кг ( $t_{\phi} = 3,21, P < 0,01$  и  $t_{\phi} = 4,03, P < 0,001$  соответственно для самцов и самок) и статистически значимо повысилась доля особей с массой более 1,7 кг ( $t_{\phi} = 3,30, P < 0,001$  и  $t_{\phi} = 4,38, P < 0,001$  соответственно).

Таким образом, в популяции ландрасов отбор по жизнеспособности увеличивал долю особей с массой более 1,7 кг, практически не затрагивая особей с массой менее 0,6 кг, что, очевидно, обусловлено их малым количеством (см. табл. 3).

Свиньи минисибс представляли собой результат успешной селекции на малый размер тела и массу полновозрастных животных 50–70 кг. Как оказалось, в репродуктивном ядре этой популяции существовали статистически значимые различия ( $t_{\phi} = 2,13, P < 0,05$ ) между самцами и самками, обусловленные полным отсутствием среди хряков-производителей особей с массой при рождении менее 0,6 кг (см. табл. 3). Это достоверно отличает выборку самцов репродуктивного ядра и от самок, и от популяции в целом ( $t_{\phi} = 10,12, P < 0,001$ ). Статистически значимое ( $t_{\phi} = 5,44, P < 0,001$ ) снижение доли особей с массой менее 0,6 кг наблюдается и у самок репродуктивного ядра минисибс (см. табл. 3). Учитывая направление селекции минисибс, низкая доля особей с массой при рож-

Зависимость между средним значением признака у родительской пары и дисперсией признака у потомков

| Среднее значение признака у родительской пары | Ландрас        |                               | Минисибс       |                               |
|---|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|
|   | число потомков | дисперсия признака у потомков | число потомков | дисперсия признака у потомков |
| 0,5   | –              | –                             | 12             | 0,0100                        |
| 0,6   | –              | –                             | 93             | 0,0161                        |
| 0,7   | 8              | 0,0257                        | 339            | 0,0220                        |
| 0,8   | 79             | 0,0711                        | 454            | 0,0246                        |
| 0,9   | 219            | 0,0823                        | 189            | 0,0300                        |
| 1,0   | 368            | 0,0921                        | 36             | 0,0293                        |
| 1,1   | 1054           | 0,0772                        | 10             | 0,0289                        |
| 1,2   | 2079           | 0,0756                        | 22             | 0,0217                        |
| 1,3   | 3106           | 0,0826                        | –              | –                             |
| 1,4   | 4534           | 0,0772                        | –              | –                             |
| 1,5   | 4532           | 0,0800                        | –              | –                             |
| 1,6   | 2702           | 0,0760                        | –              | –                             |
| 1,7   | 1610           | 0,1032                        | –              | –                             |
| 1,8   | 619            | 0,0923                        | –              | –                             |
| 1,9   | 481            | 0,0805                        | –              | –                             |
| 2,0   | 172            | 0,0663                        | –              | –                             |
| 2,1   | 29             | 0,0898                        | –              | –                             |
| 2,2   | 11             | 0,0247                        | –              | –                             |
| 2,3   | 15             | 0,0764                        | –              | –                             |

дении менее 0,6 кг в репродуктивном ядре популяции может объясняться только их высокой естественной гибелью.

В целом, относительно минисибс результаты исследования позволяют утверждать, что успешный отбор, направленный на уменьшение конечных размеров тела, привёл к ликвидации класса особей с массой при рождении более 1,7 кг. После этого искусственный отбор по массе тела выполнил свою функцию, стал неэффективен и сменился на естественный отбор по жизнеспособности. Собственно говоря, утрата одного из фенотипических классов (масса при рождении более 1,7 кг) в популяции минисибс может указывать на утрату в ней и полиморфизма части локусов, контролирующих массу новорожденной особи, так как отбор элиминировал аллели, отвечающие за массу больше 1,7 кг. Состоятельность этой гипотезы можно показать, руководствуясь положением о том, что генотипическое разнообразие потомства гетерозигот выше, чем у потомства гомозигот по тем же локусам. Результат скрещивания двух гомозигот по одному и тому же локусу – потомство одного генотипа, скрещивания гомозиготы с гетерозиготой – потомство двух генотипов, скрещивания гетерозиготы с гетерозиготой – потомство трёх генотипов. Так как фенотипическое разнообразие признака зависит от его генотипического разноо-

бразия, дисперсия признака у потомков гетерозигот должна быть выше, чем у потомков гомозигот. Для ландрасов и минисибс были построены ряды зависимости дисперсии признака у потомков от его среднего значения у родительской пары (табл. 4) и проведена оценка принадлежности дисперсий каждого ряда к одной генеральной совокупности, для чего был использован наиболее простой метод, когда самую большую в ряду дисперсию делят на самую малую [10]. Этот метод также показывает, где в ряду находятся наибольшая и наименьшая дисперсии признака.

Оказалось, что в популяции ландрасов наибольшая дисперсия признака у потомков родительских пар с его средним значением 1,7 кг (близко к центру ряда), самые малые дисперсии – у потомков родительских пар со средними значениями 0,7 и 2,2 кг (близко к краям ряда). Отличие двух последних от наибольшей дисперсии статистически значимо: критерий Фишера (F) равен соответственно 4,18 (P<0,001) и 4,02 (P<0,001). В популяции минисибс наибольшая дисперсия у потомков родительских пар со средним значением признака 0,9 кг (близко к центру ряда), наименьшая – родительских пар со средним значением 0,5 кг (начало ряда). Различия между ними статистически значимы: F = 3,00 (P<0,01).

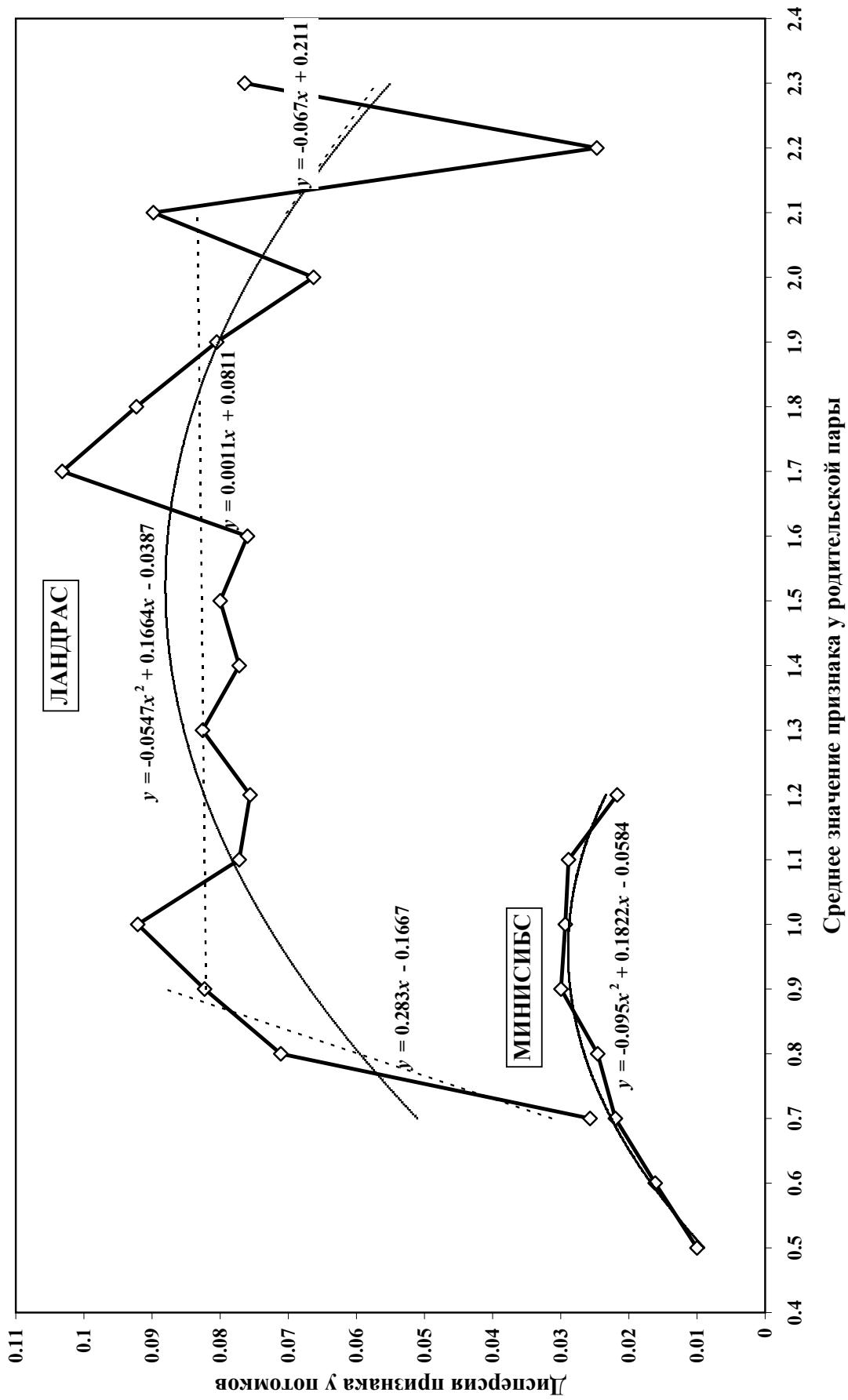


Рис. 3. Зависимость дисперсии признака (массы при рождении) у потомков от среднего значения этого признака у родительской пары

Графическое изображение рядов зависимости дисперсии признака у потомков от среднего значения родительской пары (рис. 3) показывает, что для обоих рядов (ландрасов и минисибс) характерна форма, описываемая уравнением параболы, при которой дисперсия признака у потомков сначала повышается, а затем снижается. С «генетической» точки зрения, повышенная однородность потомства в начале и конце ряда свидетельствует о повышенном уровне гомозиготности родителей с крайними (минимальными и максимальными) значениями признака и увеличением их гетерозиготности в центре ряда. Однако у минисибс наблюдается практически полное совпадение фактического ряда с теоретически ожидаемой линией параболы (достоверность аппроксимации  $R^2 = 0,9594$ ). У ландрасов совпадение в 3 раза хуже (достоверность аппроксимации  $R^2 = 0,3423$ ), поэтому правильнее разбить ряд на три отрезка, каждый из которых описывает уравнение линейной регрессии (см. рис. 3). Такое разделение показывает, что у ландрасов отрезок ряда, включающий гетерозиготные генотипы, протяжённее, чем у минисибс. Следовательно, гетерозиготных генотипов у минисибс меньше, чем у ландрасов, и со-

ответственно меньше число генов, отвечающих за вариацию признака.

Особенностью минисибс является то, что соотношение частот особей с массой при рождении менее 0,6 кг и с массой от 0,6 до 1,7 кг в данной популяции «подозрительно» близко к хорошо известному менделевскому соотношению 1:3 (табл. 5). Это наводит на мысль о том, что в популяции минисибс массу новорожденных может контролировать всего один «главный» локус («майор-ген»), полиморфизм по которому поддерживает взаимодействие естественного отбора по жизнеспособности с искусственным отбором, направленным на уменьшение массы взрослой особи. Для оценки этого предположения была рассмотрена максимально простая гипотеза, включающая два положения:

1. В популяции минисибс живую массу при рождении контролирует один диаллельный локус, в котором аллель, детерминирующий большую массу при рождении (от 0,6 до 1,7 кг), является доминантным.
2. Репродуктивное ядро минисибс состоит из гетерозиготных особей.

Таблица 5

Распределение фенотипов по живой массе при рождении в популяции минисибс

| Число особей | Соотношение фенотипов | Фенотип            |                        | $\chi^2$ |
|--------------|-----------------------|--------------------|------------------------|----------|
|              |                       | масса менее 0,6 кг | масса от 0,6 до 1,7 кг |          |
| Фактическое  | 1: 3.28               | 706                | 2316                   | 4,32     |
| Ожидаемое    | 1: 3                  | 755,500            | 2266,500               |          |

Согласно гипотезе, соотношение фенотипов в популяции должно быть 1:3, а соотношение частот двух аллелей в репродуктивном ядре и, естественно, в популяции 1:1. К сожалению, данная гипотеза имеет существенный недостаток: она может быть принята только при одновременном соблюдении двух вышеперечисленных условий. При этом из двух положений гипотезы более важным является предположение о гетерозиготности репродуктивного ядра, так как соотношение аллелей и фенотипов в популяции по отношению к нему является вторичным. Оценка соответствия наблюдаемого в популяции соотношения фенотипов ожидаемому 1:3 показала, что оно равно 1:3,28. Это соотношение близко к ожидаемому, но тем не менее значимо ( $P < 0,05$ ) от него отличается (см. табл. 5).

Однако предположим, что рассматриваемая модель всё же верна. Обозначим частоту рецессивного аллеля, отвечающего за массу при рож-

дении менее 0,6 кг, как  $p$ . Тогда частота особей с массой при рождении менее 0,6 кг равна  $p^2$ . Используя принятые в популяционной генетике методы [9], получаем, что частота аллеля, отвечающего за массу при рождении менее 0,6 кг, в популяции равна  $0,4830 \pm 0,0080$ . Приняв, что генеральная доля этого аллеля в популяции равна 0,5, её сравнили стандартным методом [8] с выборочной величиной. Различие между этими величинами достоверно ( $t_{\phi} = 2,59$ ). Однако высокие значения критериев Пирсона ( $\chi^2$ ) и Стьюдента ( $t_{\phi}$ ) обусловлены тем, что сравнения проводятся для популяции в целом (3022 особи), тогда как второе положение гипотезы касается только репродуктивного ядра (130 особей). Сравнение выборочной частоты аллеля с генеральной (которая для репродуктивного ядра, так же как и для популяции, равна 0,5), показало его незначимость ( $t_{\phi} = 0,55$ ), т. е. в репродуктивном ядре частота аллеля, отвечающего за живую массу при рождении менее 0,6 кг,

несущественно отличается от 0,5, следовательно, подавляющее число особей являются гетерозиготами, и гипотеза может быть принята. Таким образом, на данном этапе исследований можно принять следующую формулировку: в популяции минисибс массу новорожденного поросёнка может контролировать один диаллельный локус, а в репродуктивном ядре популяции частота аллеля, детерминирующего массу при рождении менее 0,6 кг, равна 0,483, т. е. не все особи, входящие в репродуктивное ядро, являются гетерозиготами.

У домашних свиней выявлен половой диморфизм по живой массе при рождении: новорожденные самцы крупнее самок. Однако различие это невелико (1–3%), поэтому для его обнаружения потребовались выборки большого объёма. Очевидно, поэтому данное различие и не было ранее выявлено. Незначительность различий особей разного пола по массе при рождении указывает на то, что ими в практике зоотехнии вполне можно пренебречь, если объёмы выборок не исчисляются десятками тысяч особей. Причинами полового диморфизма по массе при рождении, вероятно, могут быть те же физиологические и гормональные механизмы, которые отвечают за них в постнатальный период. Отсюда следует, что различие особей разного пола по массе при рождении может быть общим для всех домашних свиней независимо от породы.

Был также рассмотрен вопрос о том, сохраняются ли различия по массе самцов и самок при рождении позднее, уже у хряков-производителей и свиноматок эффективной части популяции (репродуктивного ядра). Вопрос этот отнюдь не праздный. Он даёт представление о связи массы при рождении с вероятностью попадания особи в воспроизводящий состав стада. Оказалось, что эти различия не только сохраняются, но и усиливаются. Кроме того, вне зависимости от того, направлен ли искусственный отбор в сторону увеличения или в сторону уменьшения массы взрослых животных, особи репродуктивного ядра по массе

при рождении крупнее, чем в среднем по популяции. (И это справедливо при прямо противоположных векторах отбора!).

Причиной этого феномена является, очевидно, естественный отбор по жизнеспособности в ранний постнатальный период, в сферу действия которого попадает масса поросят при рождении. Исследование показало, что масса при рождении, которая является итоговым показателем скорости роста особи в пренатальный период, может быть достаточно тесно связана со скоростью роста молодняка в постнатальный период и, следовательно, представляет интерес при селекции на скорость роста и размеры тела в постнатальный период развития свиней.

На основании проведённого анализа можно также предположить, что в популяции минисибс живая масса особи при рождении контролировалась всего одним диаллельным локусом, а в результате взаимодействия естественного отбора по жизнеспособности с искусственным отбором особей малого размера возникла довольно уникальная ситуация, когда репродуктивное ядро популяции представляют главным образом гетерозиготные особи.

### ВЫВОДЫ

1. При анализе представительных выборок свиной породы ландрас и миниатюрных минисибс впервые выявлен половой диморфизм по массе новорожденных поросят.
2. Обнаружены закономерные различия в крупноплодности между хряками и свиноматками племенного ядра, превышающие различия в каждой из популяций в целом.
3. Сравнительный анализ структуры разных популяций по крупноплодности показал, что в популяции минисибс генетический контроль массы поросят при рождении осуществлял один полиморфный диаллельный локус.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Инструкция по бонитировке свиней* / Гл. упр. жив-ва (с Гос. инспекцией по плем. делу). – М.: Колос, 1978. – 16 с.
2. *Государственная племенная книга свиней породы ландрас* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/mapview/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/mapview/).
3. *Волкоялов Б. П., Лус Я. Я., Шульженко И. Ф.* Породы, генетика и селекция свиней. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1934. – 268 с.
4. *Кузьмин С. Л.* Разведение и породы свиней с основами генетики – М.; Л.: Сельхозгиз, 1934. – 226 с.
5. *Понд У. Дж., Хаупт К. А.* Биология свиньи. – М.: Колос, 1983. – 336 с.

6. Тихонов В. Н. Лабораторные мини-свиньи. Генетика и медико-биологическое использование.– Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния АН, 2010.– 304 с.
7. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика.– Минск: Вышэйш. шк., 1973.– 320 с.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия.– М.: Высш. шк., 1990.– 352 с.
9. Животовский Л. А. Популяционная биометрия.– М.: Наука, 1991.– 272 с.
10. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика.– М.: Высш. шк., 1999.– 480 с.

**GENETICS OF PIG FETUS LARGE SIZE: SEX DIMORPHISM AND GENETIC CONTROL OF NEW BORN PIGLET WEIGHT**

**S. P. Knyazev, S. V. Nikitin, V. I. Ermolaev**

*Key words:* pig genetics, newborn piglet weight, genetic polymorphism

*The paper analyzes little-studied characteristics of genetic control of fetus large size in the modern special genetics of pig as the index of prenatal ontogenesis intensity. It reveals sex dimorphism for piglet weight at birth as well as genetic and breeding aspects of the trait found in populations of pigs different in the purpose for which they are raised.*

УДК 636.92

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КРОЛИКОВ, ВЫРАЩЕННЫХ ПО РАЗНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ**

**А. А. Коцюбенко**, кандидат сельскохозяйственных наук  
Николаевский национальный аграрный университет  
E-mail: kotsubenko@rambler.ru

**Ключевые слова:** кролики, кровь, гемоглобин, альбумины, глобулины, технология

*Проведен анализ морфологических и биохимических показателей крови кроликов, выращенных по разным технологиям. Прослеживается тенденция к увеличению содержания эритроцитов и гемоглобина и уменьшению содержания лейкоцитов с возрастом. Установлена достоверная разница между кроликами, которых выращивали по экотехнологии, и кроликами, выращенными по другим технологиям, в отношении фракций альбуминов и глобулинов, ферментов и макроэлементов. Экотехнология выращивания кроликов наиболее благоприятна для проявления генетического потенциала роста организма.*

Состав крови не только определяет состояние животного, но и даёт общее представление относительно приспособленности к условиям среды. Картина крови позволяет наблюдать различные изменения, которые происходят в организме животных под влиянием кормления и содержания, что даёт возможность оценить их общее физиологическое состояние [1].

Изучению данной проблемы посвящены работы А. В. Сауткина [2], А. М. Утянова [3], Н. А. Черёминой [4] и др.

Исходя из вышеизложенного, целью работы было исследование морфологических и биохимических показателей крови кроликов, выращенных по разным технологиям.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Материалом для исследований послужили образцы крови кроликов комбинированного направления продуктивности, взятые в 45- и 90-дневном возрасте, которых выращивали по трем различным технологиям (ретро-, техно- и экокролиководство) в хозяйствах Николаевской области (Украина). Кровь для исследования отбирали в серологические пробирки путем прокола краевой ушной вены инъекционной иглой. В лабораторию кровь доставляли в день взятия. Количество образцов – по 10 из каждой группы.

При исследовании крови изучали ее морфологический и биохимический состав. Исследования

крови выполнены автором в Николаевской областной лаборатории ветеринарной экспертизы.

**РЕЗУЛЬТАТЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Гематологические показатели крови кроликов, выращенных по различным технологиям, в 45- и 90-дневном возрасте приведены в табл. 1.

Количество эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина в крови кроликов находилось в пределах физиологических норм. При сопоставлении содержания форменных элементов и гемоглобина в крови кроликов, которые выращивались по экотехнологии, с кроликами, выращенными по техно- и ретротехнологии, установлена достоверная разница различной степени.

Таблица 1

**Гематологические показатели крови кроликов ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ ; n = 10)**

| Показатель                | Технокролиководство    | Ретрокролиководство  | Экокролиководство |
|---------------------------|------------------------|----------------------|-------------------|
| <i>45-дневный возраст</i> |                        |                      |                   |
| Эритроциты, $10^{12}/л$   | $4,26 \pm 0,182^{**}$  | $5,52 \pm 0,115^*$   | $6,41 \pm 0,311$  |
| Гемоглобин, г/л           | $107,2 \pm 1,21^{**}$  | $108,1 \pm 1,52^*$   | $111,3 \pm 2,23$  |
| Лейкоциты, $10^9/л$       | $8,84 \pm 0,32^{**}$   | $8,14 \pm 0,22^*$    | $7,31 \pm 0,12$   |
| <i>90-дневный возраст</i> |                        |                      |                   |
| Эритроциты, $10^{12}/л$   | $4,48 \pm 0,225^{**}$  | $5,65 \pm 0,228^*$   | $6,68 \pm 0,221$  |
| Гемоглобин, г/л           | $108,5 \pm 1,81^{**}$  | $109,8 \pm 1,12^*$   | $112,9 \pm 1,32$  |
| Лейкоциты, $10^9/л$       | $10,06 \pm 0,25^{***}$ | $8,01 \pm 0,14^{**}$ | $7,15 \pm 0,18$   |

Примечание. Здесь и далее: \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Кролики, которые выращены по технологии экокролиководства, имеют большее содержание эритроцитов на  $2,15$  и  $1,26 \cdot 10^{12}/л$  и гемоглобина на  $4,1$  и  $3,2$  г/л в 45 дневном возрасте соответственно технологиям техно- и ретро- и меньшее содержание лейкоцитов на  $1,53$  и  $0,83 \cdot 10^9/л$ , что указывает на то, что при выращивании по данной технологии различные стрессовые факторы сведены к минимуму, а рост и развитие животных происходят соответственно их генотипу.

Наихудшие показатели морфологического состава крови обнаружены у кроликов, которые выращивались по технологии технокролиководства:  $4,26 \cdot 10^{12}/л$  и  $4,48 \cdot 10^{12}/л$  – эритроциты,  $107,2$  и  $108,5$  г/л – гемоглобин,  $8,84 \cdot 10^9/л$  и  $10,06 \cdot 10^9/л$  – лейкоциты соответственно в возрасте 45 и 90 дней. При минимальном содержании эритроцитов и гемоглобина содержание лейкоцитов было наибольшим среди исследуемых животных, что указывает на наличие влияния стрессовых факторов. Особенно четко эта разница прослеживается в период дорастивания, когда крольчата менее защищены материнским иммунитетом, а действие паратипических факторов более существенно.

Прослеживается также тенденция к увеличению содержания эритроцитов и гемоглобина и уменьшению содержания лейкоцитов с возрастом. Так, в 45-дневном возрасте содержание эритроцитов в крови составляет  $4,26$ ;  $5,52$  и  $6,41 \cdot 10^{12}/л$  соответственно технологиям выращивания (эко-, ретро- и техно-). В 90-дневном

возрасте содержание эритроцитов в крови увеличивается до  $4,48$ ;  $5,65$  и  $6,68 \cdot 10^{12}/л$  соответственно. В 45-дневном возрасте содержание гемоглобина в крови составляет  $107,2$ ;  $108,1$ ;  $111,3$  г/л, а в 90-дневном увеличивается на  $1,3$ ;  $1,7$ ;  $1,6$  г/л соответственно. Содержание лейкоцитов, наоборот, уменьшается на  $0,13$  и на  $0,16 \cdot 10^9/л$  в опытных группах кроликов, выращенных по ретро- и экотехнологии. Исключение представляет опытная группа кроликов, выращенная по технологии технокролиководства. Содержание лейкоцитов в 90-дневном возрасте увеличилось у них на  $1,22 \cdot 10^9/л$ .

Данные по биохимическому составу крови кроликов, выращенных по различным технологиям, приведены в табл. 2, 3.

Биохимические показатели крови кроликов опытных групп находятся в пределах физиологической нормы. В наших исследованиях установлена достоверная разница между опытными группами по фракциям альбуминов и глобулинов. Так, кролики, выращенные по экотехнологии, в 45-дневном возрасте по фракции альбуминов уступают кроликам, выращенным по технологии технокролиководства, и превосходят их по фракции глобулинов на  $1,5\%$ .

При сравнении групп кроликов, выращенных по эко- и ретротехнологии, наблюдается обратное: по фракции альбуминов первые превосходят, а по фракции глобулинов – уступают на  $2,4\%$ .

Таблица 2

Биохимические показатели крови кроликов 45-дневного возраста, выращенных по разным технологиям ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ ; n = 10)

| Показатели                | Технокролиководство | Ретрокролиководство | Экокролиководство |
|---------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| Общий белок, г %          | 6,60±0,22**         | 7,00±0,23*          | 7,60±0,27         |
| Альбумины, %              | 66,00±1,17**        | 62,10±1,95*         | 64,50±1,88        |
| Глобулины, %              | 34,00±1,15*         | 37,90±1,21*         | 35,50±1,36        |
| α-глобулины               | 8,10±0,24           | 10,60±0,20*         | 8,80±0,24         |
| β-глобулины               | 10,10±0,19*         | 10,40±0,25*         | 9,00±0,32         |
| γ-глобулины               | 16,00±0,32**        | 16,90±0,31*         | 17,70±0,38        |
| A/G                       | 1,90±0,03           | 1,60±0,04           | 1,80±0,05         |
| Глюкоза, ммоль/л          | 3,00±0,10*          | 3,30±0,09           | 3,80±0,11         |
| Кальций, мг %             | 8,70±0,11**         | 9,10±0,20*          | 10,10±0,22        |
| Фосфор, мг %              | 2,00±0,14*          | 2,50±0,12           | 2,80±0,17         |
| АСТ, ед./л                | 38,90±1,09*         | 31,40±1,11**        | 36,20±1,21        |
| ЛДГ, ед./л                | 167,40±2,71*        | 154,10±2,31**       | 160,20±2,38       |
| Креатинин, ммоль/л        | 56,20±1,11**        | 64,90±1,74*         | 75,20±1,35        |
| Мочевина, ммоль/л         | 4,80±0,08*          | 3,90±0,19           | 3,20±0,21         |
| Щелочная фосфатаза, ед./л | 72,90±1,99**        | 64,10±2,06*         | 59,30±2,44        |
| α-амилаза, ед./л          | 318,60±10,01**      | 340,20±12,44*       | 360,40±13,52      |

Таблица 3

Биохимические показатели крови кроликов 90-дневного возраста, выращенных по разным технологиям ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ ; n = 10)

| Показатели                | Технокролиководство | Ретрокролиководство | Экокролиководство |
|---------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| Общий белок, г %          | 6,80±0,31**         | 7,10±0,22           | 7,30±0,34         |
| Альбумины, %              | 62,30±1,24*         | 63,80±1,28**        | 61,10±1,44        |
| Глобулины, %              | 37,70±1,42*         | 36,20±1,35**        | 38,90±1,31        |
| α-глобулины               | 9,30±0,34*          | 9,30±0,33*          | 10,10±0,47        |
| β-глобулины               | 9,70±0,37           | 9,50±0,33           | 9,90±0,21         |
| γ-глобулины               | 17,20±0,28*         | 17,30±0,26*         | 18,70±0,40        |
| A/G                       | 1,70±0,03           | 1,80±0,04           | 1,60±0,03         |
| Глюкоза, ммоль/л          | 3,00±0,20*          | 3,40±0,12           | 3,60±0,15         |
| Кальций, мг %             | 8,90±0,22*          | 9,20±0,31           | 9,80±0,27         |
| Фосфор, мг %              | 2,20±0,11*          | 2,60±0,15           | 2,90±0,14         |
| АСТ, ед./л                | 32,50±1,51          | 36,30±1,15*         | 33,90±1,35        |
| ЛДГ, ед./л                | 150,40±4,88         | 160,10±5,43*        | 151,10±4,41       |
| Креатинин, ммоль/л        | 60,30±3,17**        | 72,30±2,45          | 70,10±2,03        |
| Мочевина, ммоль/л         | 4,00±0,48*          | 3,40±0,27           | 3,00±0,19         |
| Щелочная фосфатаза, ед./л | 64,20±2,44*         | 68,30±2,58**        | 60,10±2,55        |
| α-амилаза, ед./л          | 340,30±10,87        | 350,40±9,92*        | 342,10±9,59       |

В 90-дневном возрасте наблюдается уменьшение фракции альбуминов на 3,7 и 3,4% у кроликов, содержащихся в условиях техно- и экокролиководства, по сравнению с 45-дневными крольчатами, что указывает на приостановление роста.

У 90-дневных кроликов, выращенных в условиях ретро-технологии, содержание альбуминов увеличилось на 1,7% по сравнению с 45-дневными крольчатами, что указывает на интенсивный рост, т.е. крольчата до 90-дневного возраста не использовали в полной мере свой ростовой потенциал.

При сравнении вышеуказанного показателя между группами следует указать на достоверную разницу между кроликами, выращенными по эко- и ретро-технологии, на 2,7%.

Что касается иммунологического статуса организма, который характеризует наличие в сыворотке крови фракции γ-глобулинов, в наших исследованиях выявлена достоверная положительная разница этого показателя между кроликами, выращенными по экотехнологии, и кроликами других опытных групп (техно- и ретро-). Она составляет

в 45-дневном возрасте 1,7; 0,8, а в 90-дневном возрасте – 1,5; 1,4% соответственно.

Активность ферментов аспаратаминотрансферазы и лактатдегидрогеназы имеет достоверные отличия в крови кроликов различных технологий выращивания. Активность ферментов у кроликов, выращенных в условиях технокролиководства, больше, чем у их сверстников, которые выращивались по другим технологиям.

Наибольшая активность ферментов наблюдается у крольчат 45-дневного возраста. Это подтверждает усиление обменных процессов в организме, что положительно влияет на прирост живой массы. С возрастом активность вышеуказанных ферментов угасает, а разница между опытными группами достоверна только с группой кроликов, выращенных по ретротехнологии.

В крови кроликов, выращенных по экотехнологии, меньше содержится мочевины и щелочной фосфатазы, но больше креатинина и амилазы по сравнению с кроликами, которые выращены по другим технологиям.

По содержанию кальция кролики, выращенные по экотехнологии, значительно превосходят аналогов из других опытных групп (техно- и ретротехнологий) на 1,4; 1,0 и 0,9; 0,7% в возрасте 45 и 90 дней; по содержанию фосфора – на 0,8; 0,3 и 0,7; 0,3% соответственно. Это указывает на более благоприятные условия выращивания и кормления группы кроликов, выращенных по экотехнологии.

## ВЫВОДЫ

1. Установлена существенная разница морфологических и биохимических показателей крови между группами кроликов, которых выращивали по различным технологиям.
2. Прослеживается тенденция к увеличению содержания эритроцитов и гемоглобина и уменьшению содержания лейкоцитов с возрастом.
3. Установлена достоверная разница между кроликами, которых выращивали по экотехнологии, и кроликами, выращенными по другим технологиями, по фракциям альбуминов и глобулинов, ферментов и макроэлементов.
4. Повышение обменных процессов наблюдается в организме кроликов, которых выращивали в условиях технокролиководства, в раннем возрасте. В дальнейшем они идут на спад. Кролики, выращенные по ретротехнологии, наоборот, с возрастом приобретают более интенсивный рост.
5. Экотехнология выращивания кроликов наиболее благоприятна для проявления генетического потенциала роста организма. Кролики, выращенные по вышеуказанной технологии, имеют больший иммунологический статус по сравнению с другими опытными группами, что указывает на перспективы применения экотехнологии в хозяйствах.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Влияние пробиотиков на показатели крови кроликов* / К. А. Сидорова, К. С. Есенбаева, Н. А. Петрова, А. А. Бекташева // Вестн. Тюмен. гос. с.-х. акад.– Тюмень, 2007.– Вып. 1.– С. 162–163.
2. *Сауткин А. В.* Ветеринарно-санитарная оценка мяса кроликов при использовании в рационе препарата «Эмисел»: автореф. дис. ... канд. биол. наук.– М., 2010.– С. 32.
3. *Утянов А. М., Шахматов М. М., Заманбеков Н. А.* Динамика гематологических показателей и белкового состава сыворотки крови кроликов под влиянием оварио-цитотоксической сыворотки // Эффективные методы диагностики и организация лечебно-профилактических мероприятий при незаразных болезнях.– Алма-Ата, 1990.– С. 45–50.
4. *Лейкоцитарная формула и ее значение для клиник: метод. рекомендации* / К. А. Сидорова, О. А. Драгич, С. А. Пашаян и др.– Тюмень, 2009.– 39 с.

## MORPHOLOGIC AND BIOCHEMICAL BLOOD INDEXES OF RABBITS GROWN UP WITH DIFFERENT TECHNOLOGIES

A.A. Kotsubenko

*Key words:* rabbits, hemoglobin, albumins, globulins, technology, blood

*The analysis was done in morphologic and biochemical blood indexes of rabbits grown up following different technologies. The tendency to increased content of erythrocytes and hemoglobin is observed so is the one to decreased content of leucocytes with ageing. Significant difference is established among the rabbits grown up*

*with eco-technologies and those grown up with the other ones, for the fractions of albumins and globulins, enzymes and macroelements. The eco-technology is the most favorable for rabbits upgrowing to reveal the genetic potential of the body growth.*

УДК 647.7.075.8

### КОМБИНИРОВАННЫЕ КОРМА ДЛЯ ПРОДУКТИВНЫХ И НЕПРОДУКТИВНЫХ ЖИВОТНЫХ

**В. А. Углов**, кандидат биологических наук  
**Т. Т. Вольф**, кандидат технических наук  
**В. П. Долгушина**, старший научный сотрудник  
**Е. В. Бородай**, научный сотрудник  
**С. Н. Перфильева**, ведущий инженер  
Сибирский НИИ переработки сельскохозяйственной  
продукции Россельхозакадемии  
E-mail: GNU\_IP@ngs.ru

**Ключевые слова:** мясокостное сырье, отруби, зерно, гранулированные корма, комбикормовая промышленность

*Представлены основные результаты деятельности ГНУ СибНИИП по разработке комбинированных кормов. Приведены рецептуры некоторых кормов на основе мясокостного и зернового сырья. Подчеркнута необходимость максимального вовлечения в производство кормовых отходов мукомольной и мясной промышленности.*

Комбинированные мясопродукты находят все большее применение в питании населения. Взаимообогащение компонентов животного и растительного сырья позволяет получать разнообразные полноценные пищевые продукты, в том числе и лечебно-профилактического назначения. Кроме того, при производстве данных продуктов возникает определенная экономия мясного сырья за счет замены его растительными компонентами.

Подобная тенденция прослеживается в настоящее время и при производстве кормов животного происхождения. Они играют ключевую роль в развитии животноводства. Потребность в кормах животного происхождения постоянно растет, вместе с тем увеличиваются и затраты на их производство. Поэтому все больше внимания уделяется переработке отходов мясокомбинатов, мясоперерабатывающих предприятий и мукомольной отрасли на корма [1]. В этой связи специалистами ГНУ СибНИИП разработаны современные технологии создания гранулированных кормов на основе измельченной пищевой кости и зернового сырья. Данная технология успешно внедрена в одном из хозяйств Кемеровской области. Разработаны также комбинированные корма из мясокостной пасты, отходов мясокомбинатов и отрубей [2].

Отруби улучшают работу желудочно-кишечного тракта, способствуют выведению из организма человека и животных токсинов, микроорганизмов, солей тяжелых металлов. Они же регулируют работу желчевыводящих путей, снижают уровень холестерина, сахара в крови [3]. Отруби – побочный продукт производства муки из пшеницы, ржи и состоят из цветочной оболочки зерна, зернового зародыша и алейронового слоя. В них сосредоточено 90% биологически активных веществ цельного зерна: это в основном витамины группы В, от которых зависит работа нервной системы, и калий – микроэлемент, ответственный за работу сердечно-сосудистой системы, которого в отрубях содержится почти в 2 раза больше, чем, например, в картофеле [4].

Цель работы – разработать современные технологии производства и рецептуры комбикормов на основе использования отходов мясной и мукомольной промышленности.

Задачи исследований: разработать рецептуры современных комбикормов; изучить физико-химические и биохимические показатели разработанных комбикормов; обобщить результаты исследований, выполненных ГНУ СибНИИП по разработке современных полноценных комбикормов.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследования комбикормов проводили в биохимической лаборатории ГНУ СибНИИЖ и лаборатории микологического и бактериологического анализа пищевых продуктов ГНУ СибНИИП. Биохимические исследования продукта выполняли по ГОСТ 9793–74, ГОСТ 23042–86, ГОСТ 25011–81 (влажность, белок, жир, аминокислоты, витамины); микробиологические показатели сырья, готовой продукции (комбикорм гранулированный для свиней и кур-несушек; колбаски мясокостные «Милашка» для кормления собак) оценивали по величине МАФАНМ по ГОСТ 2669–85, ГОСТ 26670–85, ГОСТ 10444.15–94, БГКП по ГОСТ Р 50474–93, *Salmonella* – по ГОСТ Р 50480–93. Химико-токсикологические исследования готового продукта проводили в специализированных центрах (Сургутская межрайонная ветеринарная лаборатория). Производственные испытания готовых кормов проводили в крестьянском хозяйстве Волкова г. Кемерово.

**РЕЗУЛЬТАТЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

В 2005–2011 гг. на основании физико-химических, биохимических и микробиологических исследований исходного сырья и готовых кормов ГНУ СибНИИП были разработаны ТУ 9219–012–23611999–05 «Колбаски мясокостные "Милашка"» для кормления непродуктивных домашних животных. Рецептуры продукта включают компоненты, представленные в табл. 1.

Микробиологические и химико-токсикологические показатели готового продукта выполнены в Сургутской межрайонной ветеринарной лаборатории (протокол испытаний № 157 от 23.12.2005 г).

Результаты испытаний готового продукта на микробиологические показатели приведены в табл. 2.

Результаты испытаний готового продукта по химико-токсикологическим показателям приведены в табл. 3.

Таблица 1

**Рецептуры продукта «Колбаски мясокостные "Милашка"»**

| Наименование сырья, добавок и материалов                 | Норма         |               |
|--|---------------|---------------|
|  | 1-я рецептура | 2-я рецептура |
| <i>Сырье несоленое, кг на 100 кг продукта</i>            |               |               |
| Мясокостный фарш   | 70            | 60            |
| Субпродукты  | 30            | 30            |
| Мука пшеничная   | -             | 10            |
| <i>Добавки и материалы, г на 100 кг несоленого сырья</i> |               |               |
| Соль поваренная пищевая                                  | 1500          |               |
| Сахар  | 100           |               |

Таблица 2

**Микробиологические показатели готового продукта**

| Показатели  | Допустимые уровни                               | Обнаружено                   | НД метода исследований  |
|---|---|------------------------------|---|
| Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 г, не более | 5x10  | 5x10                         | ГОСТ 2669–85<br>ГОСТ 26670–85<br>ГОСТ 10444.15–94                                       |
| Бактерии группы кишечной палочки (БГКП) коли-формы в 0,0001 г                                   | Не допускается                                  | Не выделено                  | ГОСТ Р 50474–93   |
| Сульфитредуцирующие клостридии в 0,1 г  | Не допускается                                  | Не выделено                  | ГОСТ 10444.9–88   |
| Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г   | Не допускается                                  | Не выделено                  | ГОСТ Р 50480–93   |
| <i>L. monocytogenes</i> в 25 г  | Не допускается                                  | Не выделено                  | ГОСТ Р 51921–02<br>МУК 4.2.1122–01  |
| <i>E. coli</i> в 1 г  | Не допускается                                  | Не выделено                  | ГОСТ Р 50474–93   |
| Антибиотики, ед./г<br>ХТЦ<br>грисин<br>цинкбацитрацин<br>левомецетин                            | <0,01ед/г<br><0,5ед/г<br><0,02ед/г<br><0,01ед/г | Не обнаружено<br>Менее 0,006 | МУ по определению остаточных количеств в пищевых продуктах № 3049–84<br>МУ 08–47/106–95 |

*Таблица 3*

**Химико-токсикологические показатели готового продукта, мг/кг**

| Показатели  | НД на метод исследования | Обнаруженная концентрация (величина с погрешностью) | Допустимые уровни, не более |
|---|--------------------------|---|-----------------------------|
| Свинец, мг/кг   | ГОСТ Р 51301–99          | 0,09643±0,00096                                     | 5,0                         |
| Кадмий, мг/кг   | ГОСТ Р 51301–99          | Менее 0,01  | 0,4                         |
| Мышьяк, мг/кг   | ГОСТ 26930–86            | Менее 0,0025  | 1,0                         |
| Ртуть, мг/кг  | МИ 2740–02               | Менее 0,0025  | 0,1                         |
| ДДД, ДДЭ, ДДТ, мг/кг  | ГОСТ 13496.20            | Менее 0,007   |                             |
| ГХЦГ его изомеры, мг/кг   | ГОСТ 13496.20            | Менее 0,001   |                             |
| Токсичность   | ГОСТ 13496.7–97          | Продукт нетоксичный                                 | Продукт нетоксичный         |
| Афлатоксин В <sub>1</sub> , мг/кг   | МУ № 4082–86             | Менее 0,00015                                       |                             |
| Содержание металломагнитных примесей, мг/кг                               | ГОСТ 13496.9             | Не обнаружено                                       | Не допускается              |
| Массовая доля сырого протеина, %, не менее                                | ГОСТ 13496.4–93          | 22,80±0,55  |                             |
| Массовая доля поваренной соли, %, не более                                | ГОСТ 13496.1–98          | 0,47±0,05   | 0,5                         |
| Массовая доля жира, %, не более   | ГОСТ 23042               | 8,9±0,5   | 9,0                         |
| Массовая доля белка, %, не менее  | ГОСТ 25011               | 22,2±0,1  | 22,0                        |
| Массовая доля влаги, %, не более  | ГОСТ 13496.3–92          | 44,3±0,2  | 54,0                        |
| Радиологическое исследование, Бк/кг                                       | МУК 2.6.1.717–98         |   |                             |
| цезий 137   |                          | 2,2±6,0   |                             |
| стронций 90   |                          | 0,13±24   |                             |
| В (допустимый уровень удельной активности радионуклидов), Бк/кг, не более |                          | 0±0,48  |                             |

*Таблица 4*

**Рецептура комбикорма гранулированного**

| Сырье и материалы | Содержание, кг/100 кг сырья |
|-------------------|-----------------------------|
| Мясокостное сырье | 20                          |
| Отруби            | 9,5                         |
| Мучка             | 30                          |
| Зерно (ячмень)    | 39                          |
| Премикс           | 1                           |
| Соль              | 0,5                         |

*Таблица 5*

**Физико-химические показатели готового продукта**

| Показатели             | Содержание элементов, %   |                   |
|------------------------|---------------------------|-------------------|
|                        | при натуральной влажности | на сухое вещество |
| Влажность              | 7,9                       | -                 |
| Протеин                | 21,4                      | 23,26             |
| Переваримый протеин, г | 285                       | 307,8             |
| Жир                    | 15,91                     | 17,2              |
| Клетчатка              | 7,68                      | 8,3               |
| Зола                   | 27,62                     | 29,82             |
| Кальций                | 10,29                     | 11,11             |
| Фосфор                 | 4,32                      | 4,66              |
| Калорийность, ккал     | 228,9                     | -                 |

Физико-химические показатели готового продукта показаны в табл. 5.

Содержание аминокислот в готовом продукте составило, %:

|             |       |
|-------------|-------|
| Триптофан   | 0,22  |
| Оксипролин  | 0,067 |
| Изолейцин   | 1,42  |
| Треонин     | 1,42  |
| Серин       | 1,58  |
| Глицин      | 7,02  |
| Аланин      | 2,30  |
| Валин       | 2,26  |
| Метионин    | 0,58  |
| Лейцин      | 2,94  |
| Глутамин    | 3,16  |
| Пролин      | 1,90  |
| Фенилаланин | 1,57  |
| Лизин       | 2,25  |
| Аргинин     | 2,62  |

Известно, что в кормлении птицы особую роль играют витамины группы В и Е [5]. Установлено, что витамины улучшают обменные процессы в организме птицы и укрепляют ее иммунную систему. Кроме того, они влияют на усвоение отдельных аминокислот. Например, витамин В<sub>12</sub> (цианокобаламин) способствует лучшему обмену метионина и других аминокислот, при недостатке в комбикорме никотиновой кислоты повышается потребность в триптофане. Содержание витаминов в готовом продукте составило, мг/кг:

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| Е                        | 0,86  |
| В <sub>1</sub>           | 0,86  |
| В <sub>2</sub>           | 2,59  |
| В <sub>3</sub>           | 3,96  |
| В <sub>5</sub>           | 45,00 |
| В <sub>6</sub>           | 2,59  |
| В <sub>12</sub> , мкг/кг | 11,64 |

Готовый продукт был также исследован на санитарные и химико-токсикологические по-

казатели. Результаты показали полное соответствие комбикорма существующим требованиям. Полученный корм может быть использован в виде добавки в рационы свиней и птицы в качестве источника фосфора, кальция, витаминов группы В.

Производство гранулированного корма на основе зернового и мясокостного сырья особенно необходимо в связи с интенсивным развитием птицеводческой отрасли. В соответствии государственной программой она должна обеспечить в 2012 г. производство 43 млрд яиц и до 3,2 млн т мяса птицы (включая уток и индеек) [6].

### ВЫВОДЫ

1. На основании выполненных исследований разработаны современные ресурсосберегающие технологии производства комбикормов для различных групп животных, включающих зерновые отходы в количестве 9,5–30% и мясокостное сырье – 20%.
2. Физико-химические, биохимические и микробиологические исследования комбикормов, показали их соответствие нормативным требованиям.
3. В мясной и мукомольной отраслях имеются значительные резервы полезных отходов, которые можно рассматривать как сырье при производстве полноценных комбикормов для свиней, птицы, а также непродуктивных животных. Рациональное использование зерновых отходов и отходов мясной отрасли будет способствовать развитию безотходных технологий в данных областях промышленного производства и позволит уменьшить существующий в РФ дефицит животных кормов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ковбасенко В.М. Отходы мясокомбинатов и их использование в животноводстве.– М.: ВО «Агропромиздат», 1989.– 268 с.
2. Мясокостные колбаски для домашних животных /В.Г. Ермохин, В.П. Долгушина и др. // Пища. Экология. Качество: тр. V Междунар. науч.-практ. конф.– Новосибирск, 2008.– С. 135–136.
3. Мачихина Л.И. Выработка белково-витаминных продуктов из вторичного зернового сырья // Там же.– С. 144–146.
4. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / под ред. акад. ВАСХНИЛ А.П. Калашникова.– М.: Агропромиздат, 1985.– 352 с.
5. Фисинин В.И., Егорова И.А., Драганов И.Ф. Кормление сельскохозяйственной птицы.– М., 2011.– 338 с.
6. Новые технологии, современные подходы – опыт птицеводов // Комбикорма.– 2010.– № 4.– С. 43–44.

COMBINE FEEDS FOR PRODUCTIVE AND NON-PRODUCTIVE ANIMALS

V. A. Uglov, T. T. Volf, V. P. Dolgushina, E. V. Borodai, S. N. Perfileva

*Key words:* Raw meat-bone materials, bran, grain, granular feeds, combine feed industry

*The paper presents main outcomes of the performance of State Scientific Establishment "Siberian Research Institute of Poultry Farming" for developments of combine feeds. Formulations for some feeds based on raw meat-bone and grain material are provided. The paper emphasizes the need to maximally include feed wastes of the meal and meat industry to production.*

УДК 636.4:615.281

**ИММУНОБИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОРОСЯТ  
В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ  
ПРОБИОТИКА ЗООВЕСТИНА**

**О. Л. Халина**, старший преподаватель

**К. В. Жучаев**, доктор биологических наук, профессор

**С. В. Папшев**, кандидат сельскохозяйственных наук

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: halinaolga@mail.ru

**Ключевые слова:** поросята, пробиотик, иммуноглобулины, биохимические показатели, продуктивность

*С появлением новых пробиотиков возникает необходимость изучения их влияния на различные физиологические, биохимические и продуктивные показатели животных в условиях разных технологий. В условиях промышленной технологии пробиотик зоовестин оказывает комплексное стимулирующее воздействие на иммунобиохимический статус поросят.*

В животноводстве все более широкое применение находят пробиотические препараты, используемые с профилактической целью.

Преимуществом пробиотических препаратов является то, что составляющие их микроорганизмы в процессе размножения в пищеварительном тракте животных продуцируют значительное количество биологически активных веществ, стимулирующих естественную резистентность организма. С этих позиций оправданно использование пробиотиков в качестве корректирующих и стимулирующих средств при иммунодефицитных или иммуносупрессивных состояниях [1, 2].

Наиболее важным с экономической точки зрения эффектом от применения пробиотических препаратов является увеличение прироста живой массы и сохранности молодняка сельскохозяйственных животных, снижение затрат корма, повышение продуктивности животных [2, 3].

В связи с появлением новых пробиотиков возникает необходимость изучения их влияния на различные физиологические, биохимические и продуктивные показатели животных в условиях разных технологий.

Целью настоящих исследований была оценка влияния пробиотика зоовестина на физиологиче-

ские особенности поросят в подсосный период в условиях промышленной технологии.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Экспериментальная работа по изучению влияния пробиотика зоовестина на иммунный, биохимический статус и продуктивность поросят-сосунов проводилась на свиномкомплексе «Агрохолдинг "Малиновский"» Красноярского края.

Для опыта были сформированы две группы (опытная и контрольная) по принципу аналогов численностью 30 голов (три гнезда) каждая. Поросята получали стандартную подкормку в виде комбикорма СК-3, в качестве добавки в опытной группе использовали пробиотик зоовестин.

Препарат содержит в своем составе живую активную форму бифидобактерии вида адолесцентис (*Bifidobacterium adolescentis* МС-42 · (10<sup>7</sup> КОЕ/мл)). Этот штамм бифидобактерий отличается высокой скоростью роста, кислотообразующей способностью и высокой антагонистической активностью к целому ряду условно-патогенных и патогенных микроорганизмов [4].

Пробиотик зооветстин выпаивали пороссятам групповым методом в расчете 10 мл на голову. Продолжительность опыта составляла 20 дней, препарат задавали с 10-го по 30-й день жизни пороссят.

Изучены показатели роста, развития животных, определен уровень сывороточных иммуноглобулинов.

Пробы крови у животных отбирали из краниальной полой вены.

Концентрацию иммуноглобулинов М, G, А в сыворотке крови животных определяли методом простой радиальной иммунодиффузии по Манчини.

Результаты исследований обработаны стандартными биометрическими методами.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

До применения пробиотика уровень иммуноглобулинов в сыворотке крови пороссят опытной и контрольной группы находился на одном уровне (табл. 1), определяемом в этом возрасте колостральным иммунитетом [5].

Можно полагать, что в достаточно жестких условиях промышленной технологии молоко свиноматок изначально содержит более низкий уровень иммуноглобулинов.

Скармливание зооветстина оказало положительное влияние на уровень иммуноглобулинов в сыворотке крови пороссят. У пороссят опытной группы он достоверно превосходил показатели контрольной группы: IgG – на 14%, IgM – на 31, IgA – на 23% (табл. 2).

Очевидно, коррекция иммунологического статуса осуществлялась действием зооветстина при попадании препарата в желудочно-кишечный тракт. Биологически активные вещества и системы микробных клеток оказывают как прямое действие на патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, так и опосредованное – путем активации специфических и неспецифических систем защиты. Бактериальные клетки пробиотика, которые могут рассматриваться как биокатализаторы многих жизненно важных процессов в пищеварительном тракте, активно продуцируют ферменты, аминокислоты, витамины, антибиотические вещества и другие физиологически активные субстраты, дополняющие комплексное лечебно-профилактическое действие [4].

Биохимические показатели крови в целом находились на нижней границе нормы для свиней (табл. 3).

Введение в рацион зооветстина способствовало достоверному увеличению общего белка – на 1%, альбуминовой фракции – на 5%, глобулинов – на 4% по сравнению с контрольной группой (табл. 4).

Баланс кальция и фосфора нарушен, что может быть следствием длительного дефицита кальция в рационе, недостатка витамина D и избытка фосфора.

Изменения в иммунобиохимическом статусе и также, возможно, повышение поедаемости корма благоприятно сказались на росте молодняка (табл. 5).

Животные опытной группы достоверно превосходили пороссят контрольной группы по среднесуточному приросту – на 30% и по живой массе – на 20%.

Таблица 1

Уровень иммуноглобулинов в сыворотке крови пороссят 10-дневного возраста, мг/мл

| Показатель | Группа      |            |
|------------|-------------|------------|
|            | контрольная | опытная    |
| IgG        | 12,43±0,38  | 12,37±0,65 |
| IgM        | 0,73±0,05   | 0,70±0,07  |
| IgA        | 0,32±0,02   | 0,38±0,03  |

Таблица 2

Уровень иммуноглобулинов в сыворотке крови пороссят в 30-дневном возрасте, мг/мл

| Показатель | Группа      |              |
|------------|-------------|--------------|
|            | контрольная | опытная      |
| IgG        | 13,05±0,44  | 15,24±0,73 * |
| IgM        | 1,03±0,06   | 1,51±0,10*** |
| IgA        | 0,52±0,04   | 0,68±0,03 ** |

\* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001.

Таблица 3

**Биохимические показатели сыворотки крови у поросят в возрасте 10 суток**

| Показатель       | Группа       |              |
|------------------|--------------|--------------|
|                  | контрольная  | опытная      |
| Альбумины, г/л   | 28,60 ± 0,04 | 27,50 ± 0,03 |
| Глобулины, г/л   | 27,20 ± 0,03 | 27,10 ± 0,04 |
| Общий белок, г/л | 57,80 ± 0,02 | 59,00 ± 0,01 |
| Кальций, ммоль/л | 9,55 ± 0,01  | 9,55 ± 0,01  |
| Фосфор, ммоль/л  | 7,48 ± 0,01  | 7,50 ± 0,01  |

Таблица 4

**Биохимические показатели сыворотки крови у поросят в возрасте 30 суток**

| Показатель       | Группа       |               |
|------------------|--------------|---------------|
|                  | контрольная  | опытная       |
| Альбумины, г/л   | 26,90 ± 0,01 | 28,40 ± 0,01* |
| Глобулины, г/л   | 28,30 ± 0,01 | 29,50 ± 0,01  |
| Общий белок, г/л | 58,80 ± 0,01 | 59,20 ± 0,01* |
| Кальций, ммоль/л | 9,56 ± 0,02  | 9,540 ± 0,003 |
| Фосфор, ммоль/л  | 7,50 ± 0,01  | 7,510 ± 0,005 |

Таблица 5

**Характеристика роста поросят опытной и контрольной группы в период исследований, кг**

| Показатель             | Группа      |               |
|------------------------|-------------|---------------|
|                        | контрольная | опытная       |
| Масса в начале опыта   | 3,20±0,08   | 3,10±0,08     |
| Масса в конце опыта    | 4,88±0,09   | 5,86±0,10     |
| Среднесуточный прирост | 0,09±0,01   | 0,138±0,01*** |

\* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001.

### ВЫВОДЫ

1. В условиях промышленной технологии пробиотик зооветин оказывает комплексное корректирующее воздействие на иммунобиохимический статус поросят.

2. При исходном уровне среднесуточного прироста поросят во вторую и третью декаду жизни около 100 г прибавка в живой массе при использовании зооветина достигает 20%.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пивовар Л. М. Профилактические обработки поросят-сосунов в промышленном свиноводстве // Новое в диагностике, лечении и профилактике болезней молодняка сельскохозяйственных животных: сб. науч. тр. / Моск. вет. акад.– М., 1991.– С. 69–76.
2. Дискуссионные вопросы создания и применения бактериальных препаратов для коррекции микрофлоры теплокровных / В. В. Смирнов, С. Р. Резник, И. Б. Сорокулова, В. А. Вьюницкая // Микробиол. журн.– 1992.– Т-54, № 6.– С. 82–94.
3. Сидоров М. А., Субботин В. В. Нормальная микрофлора животных и ее коррекция пробиотиками // Ветеринария.– 2001.– № 11.– С. 17–22.
4. Мейер Д., Харви Д. Ветеринарная лабораторная медицина, интерпретация и диагностика.– М.: Софион, 2007.– 459 с.
5. Практикум по клинической диагностике животных.– М.: Колос, 2003.– 269 с.

**PIGLET IMMUNE BIOCHEMICAL STATUS AND PRODUCTIVITY UNDER CONDITIONS OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY WITH PROBIOTIC ZOOVESTIN APPLIED**

**O. L. Khalina, K. V. Zhuchaev, S. V. Papshev**

*Key words:* piglets, probiotic, immunoglobulins, biochemical indexes, productivity

*With new probiotics emerged, there is a need to study their effects on different physiological, biochemical and productive indexes of animals under conditions of different technologies. Under the conditions of industrial technology, probiotic Zoovestin exerts a comprehensive stimulating effect on immune biochemical status of piglets.*

## ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК 619:618.14-002-085:636.22/28

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ У ТЕЛОК В УСЛОВИЯХ  
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДЫ ЕЕ КОРРЕКЦИИ

<sup>1</sup>А. М. Белобороденко, доктор ветеринарных наук,  
профессор

<sup>1</sup>М. А. Белобороденко, кандидат биологических наук

<sup>1</sup>Т. А. Белобороденко, кандидат биологических наук

<sup>1</sup>О. Ю. Пилявских, ветеринарный врач

<sup>1</sup>А. В. Дёмкина, ветеринарный врач

<sup>2</sup>И. А. Родин, доктор ветеринарных наук, профессор

<sup>1</sup>Государственный аграрный университет  
Северного Зауралья

<sup>2</sup>Кубанский государственный аграрный университет

E-mail: ambeloborodenko@mail.ru

**Ключевые слова:** воспроизводительная функция, телки, гиподинамия, инновационные технологии, коррекция

*Инновационные и индустриальные технологии содержания крупного рогатого скота сопряжены с проблемой адаптации животных к новым экологическим условиям, к гиподинамии, что является предрасполагающим фактором возникновения ранней патологии в органах репродукции. При гиподинамии у телок нарушается гемодинамика и возникают гемодинамические расстройства в яичниках и матке. Для телок с целью ранней коррекции можно применять активный моцион, при невозможности его проведения целесообразно интраректально использовать сапропелевые гряды 2–3 раза в неделю.*

Интенсификация животноводства предусматривает инновационные и индустриальные технологии содержания крупного рогатого скота и получения от него максимальной продукции. Однако это сопряжено с проблемой адаптации животных к новым экологическим условиям. Нарушение биологического закона: «Жизнь это движение, движение это жизнь» – приводит к срывам в функциональных системах. Поэтому принципиально важным для организма животных в новых экологических условиях является установление оптимального равновесия в соответствии с изменяющимися требованиями производства [1–3].

В экстремальных природно-климатических условиях Северного Зауралья при инновационных и индустриальных технологиях содержания и получения продукции от крупного рогатого скота работники животноводства вынуждены большую часть года содержать животных в помещениях, в условиях гиподинамии [1, 2].

Круглогодичное стойловое содержание, гиподинамия, нервное и функциональное переутомление, стрессовые воздействия, однотипное кормление являются предрасполагающими, а во многих случаях и определяющими факторами возникновения ранней патологии в органах репродукции, репродуктивных расстройств и возникновения бесплодия у животных [4–11]. В этой связи при содержании крупного рогатого скота на крупных комплексах в условиях Тюменской области и автономных округов (Ямало-Ненецком и Ханты-Мансийском) большое значение должно придаваться регулярному дозированному активному моциону как молодых, так и взрослых животных. Это позволит, с одной стороны, предупредить появление ряда репродуктивных расстройств, а с другой – целенаправленно воздействовать на рост и развитие телок, закладывать у них основы крепкого здоровья.

Цель настоящего исследования – изучить воспроизводительную функцию у телок разных возрастных групп, находящихся в условиях гиподинамии при инновационных технологиях содержания.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению влияния гиподинамии на становление половой функции, время наступления половой зрелости, рост, развитие, клинко-физиологические показатели организма, морфофункциональное состояние репродуктивного аппарата телок проводили на базе хозяйств Тюменской области и двух автономных округов (Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского). Для опытов и наблюдений в пяти хозяйствах были подобраны телки черно-пестрой породы по принципу аналогов с учётом возраста, развития, живой массы, состояния здоровья, из которых были сформированы опытные и контрольные группы. Опыты и наблюдения длились с 5-, 30-дневного возраста до 3, 6 и 18 месяцев. Проведено пять серий опытов. Опытные и контрольные телки содержались в типовых помещениях. Опытные в зимне-стойловый и летне-пастбищный период находились в групповых клетках, в теплые дни – на выгульных площадках. Контрольные в теплые дни находились на выгульных площадках и постоянно побуждались к движению с помощью специальной установки, сконструированной Т.А. Белобороденко, М.А. Белобороденко. В летне-пастбищный период опытные телки находились на выгульных площадках, контрольные выпасались на естественных и культурных пастбищах. Кормление подопытных и контрольных животных осуществлялось по нормам, используемым в хозяйствах.

Оплодотворяемость телок, находящихся в условиях гиподинамии, и телок, пользующихся активным моционом, изучали на 50 опытных и таком же количестве контрольных животных. Тёлок опытной и контрольной групп осеменяли ректоцервикальным способом в одни и те же сроки глукосамороженной спермой одного быка-производителя. Время осеменения у телок определяли по признакам течки и полового возбуждения, наличие половой охоты проверяли быком-пробником.

В период опытов взят материал из половых органов методом биопсии и после убоя для морфологических и гистологических исследований. Пробы материала фиксировали в жидкости Карнуа и 10%-м нейтральном формали-

не, заливали в парафин. Гистологические срезы окрашивали по обзорным методикам (гематоксилин Майера и эозин, «Азан» по Гейденгайну). Гистохимически выявляли шифф-позитивные субстраты и гликозаминогликаны (ШИК-реакция по Мак-Манусу и реакция связывания коллоидного железа по Хейлу с соответствующими контролями). Гистологические и гистохимические исследования проведены под руководством заслуженного деятеля науки РФ, профессора, доктора медицинских наук П.В. Дунаева и профессора, доктора медицинских наук Г.С. Соловьева.

В начале, середине, конце опыта в одно и то же время суток у животных по общепринятым методикам определяли температуру тела, частоту пульса, дыхания, сокращения рубца и их силу. Регулярно вели наблюдения за состоянием здоровья животных, течением жвачного процесса. Исследования крови (содержание гемоглобина, форменных элементов) проводили с помощью аппарата АВХ MICROС 60, биохимические исследования (общий белок и другие) с помощью прибора Stat Fax 3300. Гормональный статус определяли радиоиммунологическим и иммуноферментным анализом с помощью микрострипового фотометра, Stat fax 303 plus и Biorad с использованием тест-систем «Алькор-Био».

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Нашими исследованиями установлено, что у телок, находящихся в условиях гиподинамии, половая зрелость наступает на 24–25 дней позднее, чем у телок, пользующихся моционом ( $228,0 \pm 16,6$  против  $265,0 \pm 8,9$  дня), а овуляций было меньше на 17%. Клиническими и гинекологическими исследованиями установлено, что у телок, содержащихся в условиях гиподинамии, недоразвиты половые органы (инфантилизм) и чаще регистрируется гипофункция яичников – 22,8 против 6,8% у контрольных.

Подтверждением этого являются морфологические исследования, которыми установлено, что масса как левого, так и правого яичников у опытных телок была меньше массы контрольных (2,19 и 2,26 г против 3,18 и 3,25;  $P < 0,001$ ), (таблица, рис. 1).

Исследованиями установлено, что гиподинамия отрицательно сказывается не только на росте, развитии телок, но и на их органах репродукции. Отмеченные изменения гениталий у телок при гиподинамии приводят к снижению оплодотворяемости на 22,0%.

Сравнительная характеристика развития органов репродукции у телок при гиподинамии ( $M \pm m$ )

| Масса, г        | 3 месяца        |                     | 6 месяцев       |                     |
|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
|                 | опытная (n = 5) | контрольная (n = 5) | опытная (n = 5) | контрольная (n = 5) |
| Половых органов | 240,20±2,65     | 276,00±1,28*        | 268,00±1,79     | 328,40±1,52*        |
| Левого яичника  | 2,190±0,026     | 2,630±0,390**       | 2,250±0,024     | 3,180±0,035*        |
| Правого яичника | 2,260±0,033     | 2,780±0,230**       | 2,480±0,036     | 3,250±0,024*        |

\*  $P < 0,001$ ; \*\*  $P < 0,2$

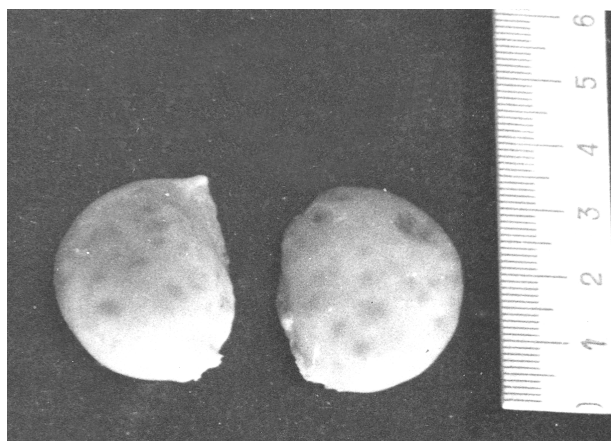


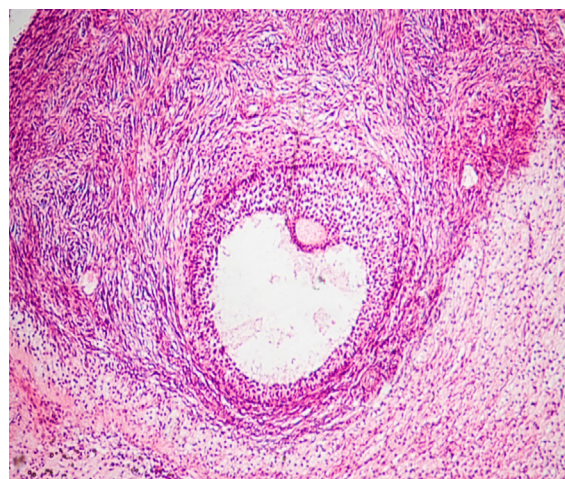
Рис. 1. Яичники телок: слева – находившейся в условиях гиподинамии; справа – пользовавшейся при жизни активным моционом

Таким образом, морфофункциональные исследования показали, что при длительном дефиците двигательной активности в организме телок возникают полиморфные изменения, нарастающие по мере увеличения длительности гиподинамии.

В период интенсивного роста и полового созревания у телок, выращиваемых в условиях гиподинамии, в яичниках определяются значительные гемодинамические расстройства. Эпителий зернистого слоя граафова пузырька десквамирован, под ним определяется отёчная жидкость, содержащая белок. Сосудистый слой соединительнотканной оболочки граафова пузырька отёчный. В отдельных фолликулах эпителий зернистого слоя характеризуется определенной порозностью, но не подвергается десквамации. Степень выраженности деструктивных изменений в граафовых фолликулах не одинакова.

Матка как репродуктивный орган оказывается так же не безразличной к экстремальным факторам при содержании телок в условиях гиподинамии. Наиболее ярко изменения проявляются в эндометрии рогов матки, где имплантируется зародыш, развивается плод и устанавливается связь «мать – плод». У телок, пользующихся моционом, в возрасте 3 месяцев эндометрий имеет типичное строение нормы, тогда как у телок, содержащих-

ся в условиях гиподинамии, эндометрий несколько толще, железы разрежены, установлен умеренный отек. Покровный эпителий однослойный призматический. В цитоплазме эпителиоцитов содержится небольшое количество гранул гликогена. В подэпителиальной соединительной ткани установлена незначительная инфильтрация лимфоцитами.



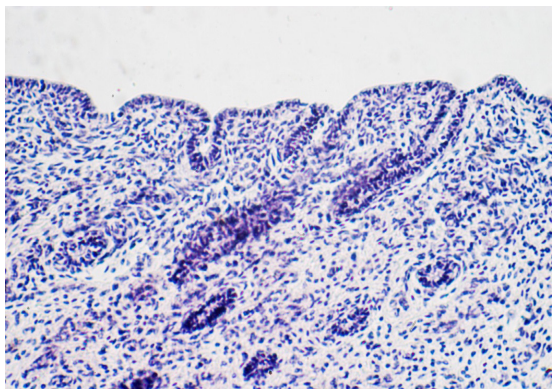
Общий вид фолликула яичника. Начальная стадия атрезии. Активизация интерстициальных клеток. Фиксация: жидкость Карнуа. Окраска: гематоксилин Майера и эозин. Увеличение: ок.7х, об.8

Рис. 2. Фолликул яичника телки 3 месяцев, находившейся в условиях гиподинамии

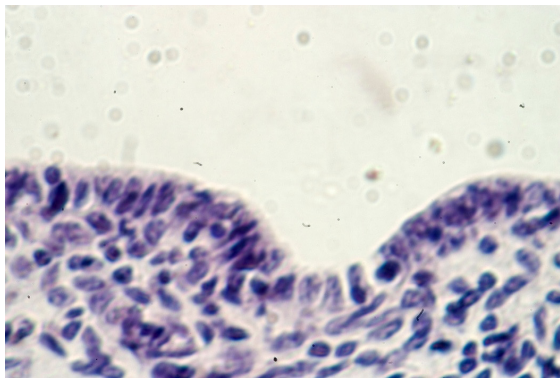
Давая оценку полученным данным по морфофункциональному состоянию органов репродукции телок 3, 6, 18 месяцев, находящихся в условиях гиподинамии, мы пришли к убеждению, что при гиподинамии возникают нарушения гемодинамики в организме и гемодинамические расстройства в яичниках и матке (рис. 3). Гемодинамические расстройства сопровождаются деструктивными изменениями и атрезией фолликулов яичников, отёком эндометрия рогов матки с умеренной инфильтрацией лимфоцитами (рис. 2). Выявленная закономерность по влиянию гиподинамии на органы репродукции телок 3 месяцев прогрессивно нарастает в период роста, полового созревания

и достигает наибольшего проявления в период случки. Оплодотворяемость составила 56,0 против 78,0% ( $P < 0,05$ ).

У тёлочек, пользующихся моционом, в яичниках выраженных гемодинамических расстройств не установлено. В яйцевой клетке и окружающем её зернистом слое сколько-либо выраженных структурных изменений не определяется.



Общий вид эндометрия рога матки телки. Фиксация: жидкость Карнуа. Окраска: ШИК-реакция по Мак-Манусу с докраской гематоксилином Майера. Увеличение: ок. 7х, об. 8



Покровный эпителий рога матки того же животного. Фиксация и окраска те же. Увеличение: ок. 7х, об. 90

Рис. 3. Эндометрий рогов матки телки 18 месяцев, содержащейся в условиях гиподинамии

Приведенные данные показывают, что уже в период роста организма животных условия гиподинамии оказывают определенное неблагоприятное влияние на половой аппарат тёлочек. Как известно, растущий организм обладает довольно высокими компенсаторными свойствами, поэтому структурные изменения в эндометрии и яичниках растущих животных не столь значительны, и, из-

меня условия содержания, можно прекратить дальнейшие деструктивные процессы. Однако длительное содержание животных в условиях гиподинамии, особенно в период половой зрелости, может приводить к бесплодию. Влиянием моциона изменяется не только деятельность сердечно-сосудистой, дыхательной и пищеварительной систем организма, но и происходят определенные сдвиги в системе кроветворения, улучшается обмен веществ.

Число эритроцитов у животных, пользующихся моционом, достоверно увеличилось на 18,1, количество гемоглобина – на 17,9%. Содержание лейкоцитов существенно не изменяется.

У тёлочек, пользующихся активным моционом и находящихся на пастбище, общая суточная продолжительность жвачных периодов достигала 360 мин, что способствует более тщательному пережевыванию корма и лучшему усвоению.

Гиподинамия у тёлочек вызывает комплекс полиморфных изменений в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной, половой и кроветворной систем. Эти нарушения выходят далеко за пределы локомоторного аппарата и могут привести к нарушению регуляции жизненно важных функций организма. При длительном дефиците двигательной активности в организме тёлочек возникают полиморфные нарушения, нарастающие в своей интенсивности по мере увеличения длительности гиподинамии. Начинается усиленный распад белков, атрофия мышц, увеличивается количество жировой ткани, изменяется структура костей, которые теряют значительное количество минеральных веществ, особенно кальция, происходят морфофункциональные изменения в половых органах. Основным фактором неблагоприятного воздействия являются гемодинамические расстройства, приводящие к деструктивным изменениям в яичниках и отёку слизистой оболочки матки, замедляющему процесс дифференцировки в покровном эпителии, что, на наш взгляд, у тёлочек с возрастом замедляет период готовности слизистой оболочки к восприятию эмбриона. Не исключена возможность, что даже при успешном оплодотворении развивающийся зародыш не может имплантироваться на слизистой оболочке матки. Хотя это предположение требует дальнейших исследований, однако оно биологически закономерно и вытекает из состояния структурной организации слизистой оболочки матки животных, содержащихся в условиях гиподинамии.

При невозможности проведения активного моциона для телок можно применять интравектально сапропелевые грязи с целью профилактики гемодинамических и морфофункциональных расстройств в органах репродукции 2–3 раза в неделю. При использовании интравектально сапропелевой грязи телкам у них возрастает количество полноценных половых циклов и повышается интенсивность их проявления. Это обуславливает лучшее развитие и подготовку половых органов и эндометрия к созданию оптимальных условий для оплодотворения и имплантации зародыша, а следовательно, и к повышению плодовитости.

### ВЫВОДЫ

1. Ограниченная двигательная активность (гиподинамия) телок, выращиваемых в экстремальных условиях Северного Зауралья, оказывает существенное влияние на физиологическое состояние организма и морфофункциональное состояние органов репродукции.
2. У телок, выращиваемых в условиях гиподинамии, в период интенсивного роста и полового созревания в яичниках наступают морфофункциональные и деструктивные изменения, их масса на 36,1 % меньше контрольных. В слизистой оболочке матки отмечается отек, что с возрастом замедляет готовность репродуктивного аппарата к восприятию зародыша. Это сдерживает сроки физиологического формирования репродуктивного аппарата телок и их готовность к воспроизводству (оплодотворяемость от первого осеменения составила 56,0% против 78,0).
3. Ремонтным телкам наряду с полноценным кормлением необходимы регулярный активный моцион, общение с быком-пробником, а при отсутствии этого для профилактики гемодинамических расстройств можно при прочих равных условиях интравектально применять сапропель, что снизит вероятность репродуктивных расстройств, возникновения бесплодия и повысит оплодотворяемость.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белобороденко М. А., Белобороденко А. М., Белобороденко Т. А. Сапропелевые грязи и пелоидин для стимуляции восстановительных процессов в эндометрии у коров // Актуальные проблемы ветеринарного акушерства, гинекологии и биотехники размножения животных: сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2007. – С. 15–18.
2. Белобороденко М. А., Белобороденко А. М., Белобороденко Т. А. Морфофункциональные изменения в органах репродукции у коров в условиях гиподинамии: материалы Всерос. съезда АГЭ. – Саратов, 2009. – С. 89.
3. Шитлов В. С. Значение уплотненных отелов // Животноводство. – 1967. – № 8. – С. 87–90.
4. Белобороденко М. А., Белобороденко А. М., Белобороденко Т. А. О повышении эффективности воспроизводства крупного рогатого скота в условиях гиподинамии // Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию ГНУ Краснодар. НИВИ. – Краснодар, 2006. – С. 329–330.
5. Ильинский Е. В. Физиология размножения и предупреждения бесплодия крупного рогатого скота. – Краснодар, 1972. – С. 223.
6. Логвинов Д. Д. К вопросу о рациональных сроках осеменения коров и телок // Некоторые проблемы ветеринарии. – Харьков, 1957. – С. 50–55.
7. Нежданов А. Г., Черемисинов Г. А., Ковальчук А. А. Значение сроков осеменения в профилактике бесплодия коров // Ветеринария. – 1973. – № 6. – С. 70–72.
8. Никитин В. Я. Бесплодие коров и меры борьбы с ним. – Ставрополь, 1973. – С. 53.
9. Студенцов А. П. Рациональные сроки осеменения коров для получения максимального количества молока и мяса // Животноводство. – 1960. – С. 68–73.
10. Шитлов В. С. Значение активного моциона в профилактике бесплодия коров в зимний период // Ветеринария. – 1966. – № 1. – С. 73.
11. Шитлов В. С. Интенсификация воспроизводства животных // Ветеринария. – 1974. – № 9. – С. 76–80.

### HEIFER REPRODUCTIVE FUNCTION UNDER CONDITIONS OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND METHODS OF ITS CORRECTION

A. M. Beloborodenko, M. A. Beloborodenko, T. A. Beloborodenko, O. Yu. Pilyavskikh, A. V. Demkina, I. A. Rodin

*Key words:* reproductive function, heifers, hypodynamy, innovative technologies, correction

*Innovative and industrial technologies of cattle housing conjugate with the problem of livestock adaptation to new environmental conditions, to hypodynamy, which is a predisposing factor of early pathology in reproductive organs. Under hypodynamics, hemodynamics breaks down in heifers and they have hypodynamic disorders in ovaries and uterus. With the aim of early correction, it is possible to use physical exercises. Having no chance to do this, it is reasonable to apply sapropelic mud intrarectally 2–3 times a week.*

УДК 619:615.9

## ТОКСИКОКИНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕОНИКОТИНОИДА КОНФИДОРА ЭКСТРА® В ОРГАНИЗМЕ КРЫС

**Т. В. Бойко**, кандидат ветеринарных наук  
Омский государственный аграрный университет  
им. П. А. Столыпина  
E-mail: tvboiko@rambler.ru

**Ключевые слова:** пестициды, неоникотиноиды, Конфидор Экстра®, токсикокинетика

*Изучены токсикокинетические особенности неоникотиноида Конфидора Экстра® у крыс при однократном пероральном введении в дозе 100 мг/кг массы. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии установлено временное накопление имидаклоприда в селезенке, коже, брыжеечных лимфатических узлах, печени, головном мозге, мышечной ткани, сердце, легких, почках и семенниках крыс. Двухфазный характер распределения имидаклоприда в органах и тканях свидетельствует об энтерогепатической и энтерогематической рециркуляции препарата.*

Изучение токсикокинетики пестицидов является одной из важных задач ветеринарной токсикологии, позволяющей обоснованно подойти к разработке диагностических, лечебно-профилактических и ветеринарно-санитарных мероприятий в случаях возникновения отравлений у животных. С этой целью используют экспериментальные модели и хроматографические методы исследования.

В настоящее время на российском пестицидном рынке активно позиционируется сравнительно новая группа инсектицидов – неоникотиноиды, одним из представителей которых является имидаклоприд. Высокая избирательная биологическая активность и низкие нормы расхода на фоне длительного периода защитного действия растений позволяют широко использовать пестициды на его основе в сельскохозяйственном производстве многих стран мира [1]. В России зарегистрировано более 13 препаратов, содержащих имидаклоприд и рекомендуемых производителями для защиты пшеницы, ячменя, овса, картофеля, огурцов и томатов защищенного и открытого грунта от широкого круга вредителей. В ветеринарии имидаклоприд применяют для уничтожения блох, вшей, власоедов, паразитирующих на кошках и собаках, в форме монопрепарата – Адвантейдж®

и комплексных препаратов с перметрином – Адвантикс® и с моксидектином – Адвокат® [2].

В токсикологическом отношении имидаклоприд является нейротропным ядом, механизм действия которого заключается в блокаде передачи нервного импульса на уровне ацетилхолиновых рецепторов постсинаптических мембран клеток эффекторных органов, что приводит к пролонгированному открытию натриевых каналов, параличу и последующей гибели насекомых [3].

Наиболее распространенным путем поступления токсических веществ в организм животных является энтеральный, при этом характер их распределения зависит от многих факторов, прежде всего, от площади капиллярной сети органов и тканей, тропности этих веществ к рецепторам, связывания с белками плазмы и органов, растворимости в липидах, а также функционального состояния организма [4]. В литературных источниках описаны токсикокинетические характеристики давно используемых или уже запрещенных к применению в сельском хозяйстве групп пестицидов [5]. Особенности распределения и депонирования в органах и тканях, выведения из организма относительно новых групп пестицидов, в том числе и неоникотиноидов, остаются не изученными, а приведенные в литературе сведения по токсикокинетике имидаклоприда касаются действующей

щего вещества, а не его препаративных форм [3]. Между тем на «поведение» токсических веществ в организме могут оказывать влияние вспомогательные и формообразующие вещества, входящие в состав препаративных форм пестицидов, и тем самым изменять время циркуляции токсического вещества в организме. Подобные исследования ранее не проводились.

В связи с этим целью исследования явилось установление токсикокинетических особенностей имидаклоприда у крыс при пероральном введении Конфидора Экстра®.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперименты проводили на 44 белых беспородных крысах-самцах с массой тела 230–260 г. Препаративную форму имидаклоприда (Конфидор Экстра, в/д, 700 г/л, Байер КропСайенс АГ, Германия) вводили перорально в дозе 100 мг/кг (1/5 ЛД<sub>50</sub>) в форме хлебных болюсов в утренние часы. Пробы содержимого желудка, двенадцатиперстной, слепой, прямой кишок, крови, брыжеечных лимфатических узлов, печени, почек, сердца, легкого, головного мозга, мышечной ткани, кожи и семенников животных брали на исследование через 30 мин, 1, 3, 6, 12 ч, а также через 1, 3, 7, 14, 21 и 30 суток. Остаточные количества имидаклоприда определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, используя жидкостный хроматограф «Хромос-ЖХ 301» с детекто-

ром спектрофотометрическим UVV-104M и программным обеспечением «Хромос» по методике, разработанной Т.В. Бойко, Л.К. Геруновой [6]. Для Конфидора Экстра® были определены и рассчитаны следующие параметры токсикокинетики:  $T_{max}$  – время достижения максимальной концентрации,  $C_{max}$  – величина максимальной концентрации,  $AUC_{0-t}$  – площадь под токсикокинетической кривой «концентрация – время»,  $C_{max}/AUC_{0-t}$  – относительная скорость всасывания; степень проникновения токсиканта в органы и ткани из крови оценивали по коэффициенту распределения ( $K_p$ ), определяемому как отношение концентрации препарата в ткани ( $C_t$ ) к концентрации препарата в крови ( $C_k$ ). Величину  $C_{max}$  и время ее достижения устанавливали из фактических значений концентраций. Площадь под фармакокинетической кривой ( $AUC_{0-t}$ ) рассчитывали на миллиметровой бумаге. Результаты представлены как среднее значение плюс–минус стандартное отклонение ( $M \pm m$ ) [7].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Показатели относительной скорости всасывания, максимальных концентраций и времени достижения максимальных концентраций имидаклоприда в органах и тканях крыс при однократном пероральном введении Конфидора Экстра® в дозе 100 мг/кг представлены в табл. 1.

Таблица 1

Относительная скорость всасывания, максимальная концентрация и время наступления максимальной концентрации имидаклоприда в органах и тканях крыс при однократном пероральном введении Конфидора Экстра® в дозе 100 мг/кг (n = 4)

| Пробы                               | $T_{max}$ | $C_{max}$ , мг/кг | $C_{max}/AUC_{0-t}$ |
|-------------------------------------|-----------|-------------------|---------------------|
| Содержимое желудка                  | 30 мин    | 6674,9±67,1       | Не опр.             |
| Селезенка                           | 30 мин    | 61,9±2,3          | 0,0027              |
| Кожа                                | 30 мин    | 57,1±4,5          | 0,0017              |
| Содержимое двенадцатиперстной кишки | 30 мин    | 50,9±1,7          | Не опр.             |
| Содержимое слепой кишки             | 12 ч      | 37,6±0,7          | Не опр.             |
| Кровь                               | 3 ч       | 32,9± 0,7         | 0,0028              |
| Легкие                              | 3 ч       | 25,8±0,8          | 0,0018              |
| Головной мозг                       | 12 ч      | 23,1±0,7          | 0,0016              |
| Печень                              | 3 ч       | 20,5±0,9          | 0,0019              |
| Почки                               | 12 ч      | 19,9±0,6          | 0,0016              |
| Мышечная ткань                      | 12 ч      | 19,5±1,4          | 0,0013              |
| Брыжеечные лимфоузлы                | 12 ч      | 18,0±0,7          | 0,0016              |
| Сердце                              | 6 ч       | 16,7±0,3          | 0,0015              |
| Семенники                           | 12 ч      | 14,7±0,9          | 0,0015              |
| Содержимое прямой кишки             | 12 ч      | 10,7± 0,6         | Не опр.             |

Высокая концентрация имидаклоприда, регистрируемая в содержимом желудка через 30 мин после перорального введения Конфидора экстра®, является следствием транзитного замедления моторики и паретического расширения органа. Снижение концентрации пестицида в желудке происходит в течение первых суток, что обусловлено как процессами всасывания его в системный кровоток, лимфу и межтканевую жидкость, так и процессами биотрансформации препарата.

В это же время максимальное количество имидаклоприда регистрировали в содержимом двенадцатиперстной кишки (50,8±1,7 мг/кг). Появление дополнительного пика имидаклоприда через 12 ч после интоксикации свидетельствует об энтерогепатической и/или энтерогематической рециркуляции пестицида в организме. Важная роль при этом отводится функции Р-гликопротеина, содержащегося в стенке тонкого кишечника и снижающего эффективное всасывание токсических

веществ путем активного переноса их из кровяного русла в просвет кишечника [4].

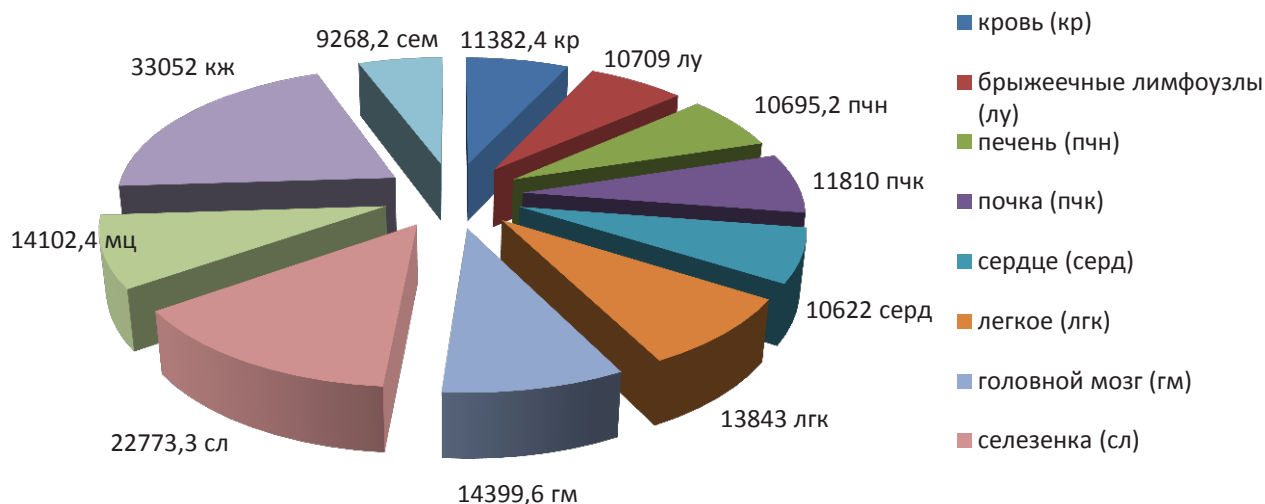
Сравнительно высокие концентрации имидаклоприда в содержимом слепой кишки (37,6±0,7 мг/кг) и относительно низкие – в содержимом прямой кишки (8,3±0,7 мг/кг) через 12 ч после перорального введения препарата свидетельствуют о дальнейшей биотрансформации и возможном всасывании пестицида в просвете кишечника, а также характеризуют один из путей его выведения из организма. Выделение токсического вещества с фекалиями экспериментальных животных регистрировали в течение трех суток постинтоксикационного периода.

О характере распределения и временном депонировании пестицида судили по коэффициенту распределения между органами и кровью, а также площадям под токсикокинетическими кривыми «концентрация – время», результаты которых представлены в табл. 2 и на рисунке.

Таблица 2

Коэффициенты распределения имидаклоприда между органами, тканями и кровью крыс при однократном пероральном введении Конфидора Экстра® в дозе 100 мг/кг (n = 12)

| Пробы                | 30 мин    | 1 ч       | 3 ч        | 6 ч       | 12 ч      | 24 ч      | 3 сут       |
|----------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Брыжеечные лимфоузлы | 1,21±0,04 | 1,22±0,02 | 5,20±0,30  | 1,40±0,20 | 3,10±0,20 | 2,40±0,20 | 5,200±0,600 |
| Печень               | 1,30±0,10 | 0,70±0,04 | 0,60±0,01  | 1,30±0,20 | 0,40±0,03 | 4,30±0,40 | 0,050±0,020 |
| Селезенка            | 0,90±0,02 | 5,10±0,23 | 0,80±0,03  | 2,46±0,19 | 2,40±0,10 | 1,90±0,10 | 0,001±0,000 |
| Почки                | 0,80±0,03 | 0,70±0,02 | 0,41±0,03  | 1,09±0,12 | 3,40±0,16 | 0,90±0,20 | 0,020±0,010 |
| Сердце               | 0,40±0,03 | 0,80±0,03 | 0,40±0,03  | 1,30±0,03 | 2,27±0,19 | 1,00±0,20 | 0,030±0,000 |
| Легкие               | 0,30±0,03 | 0,80±0,03 | 0,79±0,03  | 2,49±0,02 | 2,80±0,03 | 1,30±0,04 | 0,080±0,010 |
| Головной мозг        | 0,80±0,03 | 0,70±0,03 | 0,090±0,02 | 1,50±0,03 | 4,00±0,30 | 1,40±0,02 | 0,000       |
| Мышца                | 1,40±0,02 | 1,60±0,03 | 0,40±0,02  | 1,30±0,02 | 3,40±0,03 | 1,05±0,20 | 0,090±0,020 |
| Кожа                 | 7,20±0,03 | 4,80±0,03 | 1,20±0,02  | 2,30±0,03 | 7,90±0,04 | 2,60±0,04 | 0,100±0,010 |
| Семенники            | 0,50±0,25 | 0,60±0,02 | 0,30±0,02  | 0,80±0,02 | 2,50±0,03 | 0,50±0,01 | 0,002±0,000 |



Площади под токсикокинетическими кривыми «концентрация – время» ( $AUC_{30\text{мин}-72\text{ч}}$ ) в органах и тканях крыс при однократном пероральном введении Конфидора Экстра® в дозе 100 мг/кг

Анализ остаточных количеств имидаклоприда во внутренних органах, тканях и биологических жидкостях свидетельствует о быстром всасывании и распределении пестицида в организме с преимущественным временным накоплением в коже и селезенке. Максимальные концентрации токсического вещества в коже экспериментальных животных ( $57,1 \pm 4,5$  мг/кг) и селезенке ( $61,9 \pm 2,3$  мг/кг), регистрируемые через 30 мин после перорального введения Конфидора Экстра®, могли быть обусловлены взаимодействием пестицида со специфическими рецепторами клеток органа и ткани. Возможно, высокие концентрации имидаклоприда в селезенке являются следствием фиксации его на мембранах эритроцитов и временного депонирования пестицида в органе.

Известно, что эритроциты, обладая огромной суммарной площадью поверхности, адсорбируют на ней целый ряд веществ, осуществляя их транспорт к органам выделения. Высокая сорбционная способность эритроцитов, обусловленная наличием в их мембранах белка гликофорина, способствует присоединению имеющихся в плазме соединений низкой и средней молекулярной массы, к которым также относится имидаклоприд [4].

Кроме того, взаимодействие имидаклоприда с альбуминами плазмы позволяет предположить о дальнейшей «судьбе» крупномолекулярных комплексов, которые захватываются клетками макрофагально-лимфоцитарной системы: нейтрофилами, эозинофилами, базофилами, моноцитами, гистиоцитами, купферовскими клетками печени, альвеолярными макрофагами, макрофагами лимфатических узлов, в том числе макрофагами селезенки, следствием чего может также являться временное депонирование токсического вещества в органах. При этом связывающая способность эритроцитов, зависящая также от электрического потенциала их мембраны, а следовательно, от функционального состояния и энергообеспеченности клетки, может уменьшаться, что, несомненно, будет сказываться на концентрациях пестицида в органе [4].

Регистрируемые вторые пики концентрации имидаклоприда в коже ( $45,8 \pm 4,6$  мг/кг) и селезенке ( $40,1 \pm 0,9$  мг/кг) через 12 ч совпадают с максимальной концентрацией пестицида в содержимом двенадцатиперстной кишки и брыжеечных лимфатических узлах и подтверждают циркуляцию препарата в организме. Снижение концентрации имидаклоприда в испытуемых пробах до следовых количеств регистрировали через 3 суток.

Максимальные концентрации имидаклоприда в крови отмечали через 3 ч ( $32,9 \pm 0,7$  мг/кг), в брыжеечных лимфатических узлах и головном мозге – через 12 ч ( $18,0 \pm 0,7$  и  $23,1 \pm 0,7$  мг/кг соответственно). Появление остаточных количеств пестицида в веществе головного мозга свидетельствует о его способности проникать через гематоэнцефалический барьер и временно там депонироваться. Снижение концентрации имидаклоприда в лимфатических узлах и головном мозге отмечали в течение 3 суток, однако в брыжеечных лимфатических узлах остатки пестицида регистрировали через 14 суток, а в крови – через месяц после перорального введения Конфидора Экстра®. Такая циркуляция имидаклоприда в организме могла быть обусловлена процессами его активной и пассивной фиксации с дальнейшей десорбцией из депо в плазму крови.

Основными органами выделения токсических веществ из организма являются почки и печень. Путем фильтрации в клубочках почек из кровяного русла удаляются преимущественно свободные фракции гидрофильных неионизированных веществ, имеющих низкую молекулярную массу [4]. Максимальную концентрацию имидаклоприда в почках отмечали через 12 ч ( $19,9 \pm 0,6$  мг/кг), что косвенно свидетельствует о преимущественном выделении пестицида с мочой. Двухфазный характер накопления препарата в печени с пиками концентрации через 3 ч ( $20,5 \pm 0,9$  мг/кг) и 24 ч ( $15,7 \pm 1,3$  мг/кг) указывает на энтерогепатическую рециркуляцию пестицида и частичное выведение его остаточных количеств с желчью. Снижение концентрации имидаклоприда в печени и почках отмечали в течение 3 суток, однако его следовые количества в печени регистрировали через 30 суток.

В процессе экскреции и детоксикации токсических веществ существенную роль играют легкие и сердце. Токсикокинетическая кривая остаточных количеств имидаклоприда в легких также имеет два пика накопления препарата. Первый пик регистрировали через 3 ч ( $25,8 \pm 0,8$  мг/кг), второй – через 24 ч ( $17,3 \pm 0,3$  мг/кг) после перорального введения пестицида. Можно предположить, что накопление имидаклоприда в легких могло быть обусловлено высоким содержанием в них лизосом, способных поглощать токсическое вещество и тем самым способствовать временному депонированию его в органе, тем более что более низкие концентрации имидаклоприда, регистрируемые в сердечной мышце – органе с низкой плотностью лизосом в кардиомиоцитах, с пиком

концентрации через 6 ч ( $16,7 \pm 0,3$  мг/кг) косвенно подтверждают это предположение. Постепенное снижение концентрации пестицида до следовых количеств в легких и сердце отмечали в течение 3 и 14 суток соответственно.

Для ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов животного происхождения решающее значение имеют данные о накоплении токсических веществ в мышечной ткани. Токсикокинетическая кривая имидаклоприда в исследуемых образцах характеризуется двухфазным распределением пестицида с регистрацией первого пика концентрации через 1 ч ( $15,9 \pm 0,3$  мг/кг) и второго – через 12 ч ( $19,5 \pm 1,4$  мг/кг). При этом снижение концентрации препарата до недетектируемых количеств происходит через 10 суток после однократного перорального введения крысам Конфидора Экстра®.

Важным вопросом при изучении гонадо-токсических эффектов пестицидов является обнаружение их остатков в органах репродуктивной системы. В результате проведенных исследований установлено временное накопление имидаклоприда в семенниках с максимальным

пиком концентрации через 12 ч ( $14,7 \pm 0,9$  мг/кг). Постепенное снижение концентрации пестицида в органе отмечали через 3 суток.

### ВЫВОДЫ

1. При однократном пероральном введении крысам Конфидора Экстра® в дозе 100 мг/кг по уровню накопления остаточных количеств имидаклоприда органы и ткани можно расположить по убывающей в следующем порядке: кожа → селезенка → головной мозг → мышцы → легкие → почка → кровь → брыжеечные лимфатические узлы → сердце → печень → семенники.
2. Двухфазный характер распределения имидаклоприда в организме крыс свидетельствует об энтерогапатической и энтерогематической циркуляции пестицида. Преимущественное выведение имидаклоприда происходит через 3 суток, однако в крови и печени его остаточные количества регистрируют через 30 суток.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Еремина О.Ю., Лопатина Ю. В. Перспективы применения неоникотиноидов в сельском хозяйстве России и сопредельных стран // *Агрохимия*. – 2005. – № 6. – С. 87–93.
2. Каталог продукции компании Байер КропСайенс [Электрон. ресурс]. – URL: [http://www.bayercropscience.ru/ru/how\\_partners.html](http://www.bayercropscience.ru/ru/how_partners.html) (дата обращения: 15.01.2012).
3. Сравнительная токсикологическая характеристика новых неоникотиноидных инсектицидов / Л.В. Ермолова и др. [Электрон. ресурс]. – URL: [www.medved.kiev.ua/arhiv\\_mg/st\\_2004/04\\_2\\_1.htm](http://www.medved.kiev.ua/arhiv_mg/st_2004/04_2_1.htm) (дата обращения 02.05. 2012).
4. Куценко С. А. Основы токсикологии. – СПб, 2002. – 395 с.
5. Токсикокинетика фосфорорганических инсектицидов при острых пероральных отравлениях и рациональная тактика детоксикации организма / В. А. Маткевич и др. // *Токсикологический вестник*. – 2010 – № 6. [Электрон. ресурс] – URL: <http://toxreview.ru/magazine/?c4a=20100600> (дата обращения 24.04.2012).
6. Бойко Т.В., Герунова Л. К. Способ определения имидаклоприда в биологических объектах с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии: приоритетная справка № 2011146011/28 (068876). – Оpubл. 11.11.2011.
7. Халафян А. А. Statistica 6. Математическая статистика с элементами теории вероятностей: учеб. – М.: Бином, 2011. – 496 с.

### TOXICOKINETIC CHARACTERISTICS OF KONFIDORA EXTRA® NEONICOTINOID IN RATS

T. V. Boiko

*Key words:* pesticides, neonicotinoids, Konfidor Extra®, toxicokinetics

*Toxicokinetic characteristics of Konfidora Extra® neonicotinoid are examined in rats, the formulation was orally introduced at the dose of 100 mg/kg weight. The method of high efficient liquid chromatography made it possible to determine the time accumulation of imidacloprid in spleen, skin, mesenteric lymph nodes, liver, brain, muscle tissue, heart, lungs, kidneys and testes in rats. Two-phase character of imidacloprid distribution in organs and tissues testifies to enterohepatic and enterohematic recirculation of the formulation*

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЭТИОЛОГИИ МАСТИТОВ У КОРОВ  
В ХОЗЯЙСТВАХ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА**

**М. С. Данилов**, кандидат ветеринарных наук  
Восточно-Казахстанский государственный технический  
университет им. Д. Серикбаева  
E-mail: danilov-ms@yandex.kz

*Ключевые слова:* этиология, коро-  
ва, мастит, микроклимат, микро-  
организмы

*Установлено, что в животноводческих помещениях в зимний стойловый период происходит ухудшение микроклимата, что особенно выражено в повышении содержания микроорганизмов в воздухе. Из секрета воспаленных молочных желез коров выделяются различные бактерии, чаще всего стафилококки и стрептококки. Микрофлора воздуха животноводческих помещений и секрета воспаленных молочных желез коров по своему составу сходна, что свидетельствует о ее важной роли в этиологии маститов у коров в хозяйствах Восточного Казахстана.*

Одной из причин, сдерживающих дальнейшее развитие молочного скотоводства, является заболеваемость коров маститами. Заболевание имеет полиэтиологическую структуру и часто проявляется в зимний стойловый период. Известно, что одним из этиологических факторов является действие потенциально-патогенной микрофлоры. Циркулирующие в животноводческих помещениях различные микроорганизмы, постепенно усиливая свою вирулентность, проникают в организм животного и вызывают различные заболевания, в том числе и органов воспроизводства [1–4].

Целью настоящих исследований явилось изучение этиологии маститов у коров в хозяйствах Восточного Казахстана на основе определения параметров микроклимата животноводческих помещений в зимний стойловый период и бактериологического исследования секрета воспаленных молочных желез коров.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Работа проводилась в 2006–2010 гг. в крестьянских хозяйствах «Багратион-2» Уланского района, «Средигорненское» Зыряновского района, «Шемонаихинское» Шемонаихинского района Восточно-Казахстанской области. В хозяйствах содержатся коровы симментальской, черно-пестрой и алатауской пород, наиболее адаптированных к местным климатическим условиям. В летнее время животные находятся на пастбище. В зимний стойловый период практикуется привязное содержание коров с ежедневными прогулками в зависимости от температуры воздуха.

При изучении причин возникновения маститов в животноводческих помещениях определяли параметры микроклимата: температуру и относительную влажность общепринятыми методами, микробную обсемененность воздуха седиментационным методом, концентрацию аммиака и сероводорода с помощью универсального газоанализатора УГ-1.

Для бактериологического исследования брали пробы паренхимного молока из здоровых и пораженных долей молочной железы с соблюдением стерильности. Сразу после взятия пробы молока помещали в термос со льдом и доставляли в лабораторию. Бактериологическому исследованию подвергнуты пробы молока от 574 больных различными формами маститов коров и от 130 здоровых.

Посев проводили на мясо-пептонный агар (МПА), агар Эндо, агар с добавлением 5% эритроцитов крупного рогатого скота, агар Сабуро и мясо-пептонный бульон (МПБ). Посевы инкубировали в термостате при 37°C в течение 24–48 ч. Дифференциацию выделенных микроорганизмов осуществляли на основании особенностей их роста на питательных средах, морфологических, культуральных и биохимических свойств согласно «Определителю микробов Берги» [5].

**РЕЗУЛЬТАТЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Одной из проблем молочного животноводства в хозяйствах Восточного Казахстана является заболеваемость маститами. Изучение ветеринарной отчетности за 2006–2010 гг. показало, что среди

незаразных болезней у коров это заболевание составляет от 28,4 до 38,7%.

Исходя из общего поголовья дойного стада, заболеваемость маститами составила в КХ «Багратион-2» от 9,4 до 12,1%, в КХ «Шемонаихинское» – от 14,3 до 17,8 и в КХ «Средигорненское» – 20,4–27,7%.

При обследовании животноводческих помещений в КХ «Багратион-2» наиболее заметные изменения установлены в состоянии микробной обсемененности воздуха. Так, содержание микроорганизмов в октябре и ноябре составило от 50,9±0,9 до 72,6±1,3 тыс. м. т. в 1 м<sup>3</sup>, что соответствует су-

ществующим нормативам. В дальнейшем их концентрация в воздухе увеличивалась. Наибольшее количество микроорганизмов отмечено в животноводческих помещениях в феврале – 138,8±1,5 тыс. м. т. в 1 м<sup>3</sup> воздуха. В апреле число бактерий в воздухе снижается, что связано с меньшим временем нахождения коров в помещениях и более длительным проветриванием последних (табл. 1).

Из числа изолированных из воздушной среды животноводческих помещений микроорганизмов культуры стафилококков встречались в 42%, стрептококков – 31, кишечной палочки – 16, протей – 6 и в 5% случаев – другие бактерии.

Таблица 1

Параметры микроклимата животноводческих помещений в КХ «Багратион-2»

| Месяц   | Температура, °С | Относительная влажность, % | Микробная обсемененность воздуха, тыс. м. т. в 1 м <sup>3</sup> | Содержание аммиака, мг/м <sup>3</sup> |
|---------|-----------------|----------------------------|---|---------------------------------------|
| Октябрь | 13,2±0,2        | 71,5±1,0                   | 50,9±0,9  | 16,2±0,5                              |
| Ноябрь  | 12,2±0,2        | 73,7±0,4                   | 72,6±1,3  | 17,5±0,7                              |
| Декабрь | 10,0±0,4        | 75,3±0,6                   | 96,2±2,1  | 23,8±0,9                              |
| Январь  | 7,8±0,3         | 76,8±0,7                   | 114,2±1,2   | 26,0±0,9                              |
| Февраль | 6,5±0,3         | 78,5±0,6                   | 138,8±1,5   | 31,5±0,8                              |
| Март    | 10,3±0,4        | 76,0±0,6                   | 111,1±2,2   | 30,6±0,7                              |
| Апрель  | 13,3±0,4        | 72,3±0,8                   | 84,4±2,6  | 26,7±0,6                              |
| Норма   | 8–12            | 70                         | 70  | 20                                    |

Определение содержания аммиака свидетельствовало о его повышении в воздухе помещений. Максимальная концентрация этого газа выявлена в феврале – 31,5±0,8 мг/м<sup>3</sup>. Сероводород не обнаруживали. Показатели температуры и относительной влажности менялись незначительно.

Аналогичные изменения микроклимата помещений в зимний период наблюдали в крестьянских хозяйствах «Шемонаихинское» и «Средигорненское».

Основным источником загрязнения воздуха животноводческих помещений являются естественные выделения животных (фекалии, моча, выдыхаемый воздух), а также продукты разложения остатков навоза и корма.

Изолированная микрофлора является показателем биологического загрязнения воздушной среды. Превышение ее количества выше допустимых санитарных норм служит причиной возникновения различных заболеваний у коров, в том числе и маститов. Этому также способствует повышенная концентрация в воздухе аммиака, который, вследствие раздражающего действия, снижает способность слизистых оболочек проти-

востоять проникновению в организм патогенных и условно-патогенных микроорганизмов.

Результаты бактериологических исследований показали, что из молока коров, больных маститом, выделяется различная микрофлора. При серозном мастите микроорганизмы выявили в 73,2% случаев, при катаральном – в 73,3%. В секрете молочной железы при гнойно-катаральном мастите микроорганизмы изолировали во всех пробах. При субклиническом мастите бактерии обнаружили в 26,4% случаев. В то же время в молоке от здоровых животных микроорганизмы выделили в 6,1% проб (табл. 2).

Наиболее часто выявляли стафилококки, стрептококки и кишечную палочку. В некоторых случаях изолировали ассоциации микроорганизмов, преимущественно при гнойно-катаральных маститах – 32,1%.

Сравнение полученных данных показывает, что микрофлора воздуха животноводческих помещений и секрета воспаленных молочных желез коров по своему составу идентична и представлена преимущественно стафилококками и стрептококками. Во время зимнего стойлового содержания животные находятся в ограниченном простран-

Микрофлора молока от здоровых и больных маститом коров

| Микроорганизмы         | Здоровые коровы    | Мастит            |                   |                    |                    |
|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
|                        |                    | серозный          | катаральный       | гнойно-катаральный | субклинический     |
| Исследовано проб       | 130                | 127               | 122               | 106                | 219                |
| Положительные пробы    | <u>8</u><br>6,1    | <u>93</u><br>73,2 | <u>90</u><br>73,8 | <u>106</u><br>100  | <u>58</u><br>26,4  |
| <i>St. epidermidis</i> | <u>2</u><br>1,5    | <u>33</u><br>25,9 | <u>34</u><br>27,8 | <u>45</u><br>42,4  | <u>16</u><br>8,6   |
| <i>St. aureus</i>      | <u>2</u><br>1,5    | <u>26</u><br>20,4 | <u>29</u><br>23,7 | <u>39</u><br>36,7  | <u>14</u><br>6,3   |
| <i>Str. agalactiae</i> | <u>2</u><br>1,5    | <u>21</u><br>16,5 | <u>18</u><br>14,7 | <u>19</u><br>17,9  | <u>22</u><br>10,0  |
| <i>Str. uberis</i>     | <u>1</u><br>40,7   | <u>16</u><br>12,5 | <u>13</u><br>10,6 | <u>23</u><br>21,6  | <u>14</u><br>6,3   |
| <i>Diplococcus</i>     | 0                  | <u>1</u><br>0,7   | <u>1</u><br>0,8   | <u>2</u><br>1,8    | 0                  |
| <i>E. coli</i>         | <u>1</u><br>0,7    | <u>7</u><br>5,5   | <u>7</u><br>5,7   | <u>7</u><br>6,6    | <u>6</u><br>2,7    |
| другие микроорганизмы  | 0                  | <u>5</u><br>3,9   | <u>5</u><br>4,0   | <u>5</u><br>4,7    | <u>4</u><br>1,8    |
| ассоциации             | 0                  | <u>16</u><br>12,5 | <u>17</u><br>13,9 | <u>34</u><br>32,1  | <u>18</u><br>8,2   |
| Отрицательные пробы    | <u>122</u><br>93,9 | <u>34</u><br>26,8 | <u>32</u><br>26,2 | 0                  | <u>161</u><br>73,5 |

Примечание. В знаменателе – от числа исследованных проб, %

стве помещений длительное время (6–7 месяцев). В воздухе животноводческих помещений количество микроорганизмов значительно увеличивается, что повышает вероятность их проникновения в молочную железу. Инфицирование в основном происходит галактогенным путем через сосковый канал, трещины и травмы вымени.

### ВЫВОДЫ

1. В животноводческих помещениях в зимний стойловый период происходит ухудшение

микроклимата, что преимущественно выражается в повышении содержания микроорганизмов в воздухе.

2. Из секрета воспаленных молочных желез коров выделяется различная микрофлора, чаще всего стафилококки и стрептококки.
3. Микрофлора воздуха животноводческих помещений и секрета воспаленных молочных желез коров по своему составу идентична, что свидетельствует о ее определенной роли в этиологии маститов у коров в хозяйствах Восточного Казахстана.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Карташова В. М., Иващура А. И.* Маститы коров.– М.: Агропромиздат, 1988.– 256 с.
2. *Коган Г. Ф., Горинова Л. П.* Маститы и санитарное качество молока.– Минск: Урожай, 1990.– 134 с.
3. *Кузьмин Г. Н., Казаков С. А.* Этиологическая структура бактериального мастита у коров на фермах Центрального Черноземья // Сб. науч. тр.– Краснодар, 2001.– С. 202–203.
4. *Попов Ю. Г.* Этиопатогенетическая роль условно-патогенной микрофлоры при массовой болезни скота // Современные проблемы эпизоотологии: материалы междунар. науч. конф. (Краснообск, 30 июня 2004 г.) – Новосибирск, 2004.– С. 204–207.
5. *Хоулт Дж.* Краткий определитель бактерий Берги.– М.: Мир, 1980.– 495 с.

### SOME ISSUES OF MASTITIS ETIOLOGY IN THE COWS OF EASTERN KAZAKHSTAN FARMS

M. S. Danilov

Key words: etiology, cow, mastitis, microclimate, microorganisms

*It has been established that the microclimate of livestock premises gets worse in the winter stabling. Increased content of microorganisms in the air makes this particularly obvious. Inflammatory mammary gland secreta release different bacteria, more often staphylococci and streptococci. Microflora of air in livestock premises and secreta of inflammatory mammary gland are similar in composition which testifies to an important role of the former in etiology of mastitis in the cows of Eastern Kazakhstan farms.*

УДК 636.22/.28.087.7

## МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОКА КОРОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕТИОНИНСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ

С. А. Некрасова, аспирант  
Уральская государственная академия  
ветеринарной медицины  
E-mail: s.a.nekrasova@mail.ru

**Ключевые слова:** дойные коровы, метионинсодержащие препараты, молочная продуктивность, молочный жир и белок

*Применение препарата, содержащего защищенный метионин, позволяет повысить среднесуточный удой коров в 1,1–1,2 раза, массовую долю белка в молоке – на 15–22, жира – на 17–18%. Применение незащищенного метионина сопровождалось недостоверными изменениями молочной продуктивности, содержания белка, жира в молоке опытных коров. Его эффективность была ниже по сравнению с защищенным метионином.*

В условиях интенсивного ведения животноводства с максимальным использованием комбикормов наиболее рациональной формой повышения продуктивности является применение комплексных добавок из биологически активных веществ. Биологические активные вещества – микроэлементы, аминокислоты – оказывают благоприятное воздействие на организм животного, стимулируют обмен веществ и повышают продуктивность. Использование добавок позволяет улучшить качество кормления, повысить продуктивность и качество продукции животных. Балансирование рационов по незаменимой аминокислоте – метионину позволяет увеличить надои и повысить содержание белка в молоке при оптимальном расходе белковых источников корма, предотвратить нарушения обмена веществ, улучшить репродуктивные качества животных, сократить количество осеменений на одно оплодотворение. Кроме того, балансирование рациона позволяет снизить риск инфицирования вымени и уменьшить количество соматических клеток в молоке коров.

Анализ мировой динамики приоритетов оценки качества молока показывает, что концентрация молочного белка становится важным показателем, в первую очередь, при производстве сыров. В последнее время особое значение придается метионину, поэтому ставится вопрос о скармливании

его высокопродуктивным коровам в «защищенном» виде с целью предохранения от воздействия микроорганизмов рубца.

Корма растительного происхождения содержат незначительное количество незаменимой аминокислоты метионина, а, кроме того, она подвергается разрушению в рубце.

Метионин кормовой представляет собой кристаллический порошок, содержащий не менее 99% аминокислоты метионина. По данным Б.В. Тараканова [1], почти 30–60% метионина разрушается инфузориями рубца, поэтому эффективнее применять аминокислоту метионин, защищенную от влияния рубцовой среды. Одним из таких препаратов является МНА.

МНА – синтетический защищенный гранулированный гидроксил-аналог метионина, представляет собой слегка коричневые микрогранулы с содержанием активного метионина не менее 84%, органического кальция не менее 12%. Молекула метионина в нем защищена с помощью изменения химической структуры – аминокруппа в составе замещена на гидроксильную группу в химической структуре МНА.

Цель исследования состояла в сравнении влияния защищенного и незащищенного метионина на молочную продуктивность и качество молока дойных коров чёрно-пёстрой породы и их помесей с голштинской породой.

**ОБЪКТЫ И МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Работа была выполнена в условиях хозяйства ООО «Диметра» Увельского района Челябинской области. Для опыта были сформированы по три группы коров чёрно-пёстрой и помесей чёрно-пёстрой и голштинской пород 3-летнего возраста, подобранные по принципу пар-аналогов (по 10 животных в каждой группе). В 1-й и 4-й опытных группах в комбикорм ежедневно добавляли МНА по 25 г на голову в сутки, во 2-й и 5-й группах – по 21 г кормового метионина. Одна группа каждой породы (3-я и 6-я) служила контролем и содержалась на основном рационе хозяйства. Опыт продолжался 120 дней, условия кормления, содержания опытных и контрольных коров были одинаковы. Опыт проводился в период раздоя (второй месяц лактации).

Молочную продуктивность коров определяли по результатам контрольных доек два раза в месяц. Прогнозируемый удой рассчитывали по формуле с коэффициентом Калантара [2]. Массовую долю жира и белка определяли при помощи прибора «Клевер-М».

Долю влияния препаратов и породного признака на молочную продуктивность изучали с помощью двухфакторного дисперсионного анализа [3–5]. Влияние препарата считали статистически существенным, если  $F_p$  (расчётное)  $> F_t$  (табличного).

**РЕЗУЛЬТАТЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

При применении незащищенного метионина у всех опытных коров не наблюдалось значительного повышения среднесуточных удоев (табл. 1).

Таблица 1

Среднесуточные удои подопытных коров при применении метионинсодержащих препаратов ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ ), кг

| Время исследований | Чёрно-пестрая порода |               |            | Помеси чёрно-пёстрой и голштинской пород |               |            |
|--------------------|----------------------|---------------|------------|--|---------------|------------|
|                    | Группа               |               |            |  |               |            |
|                    | 1-я                  | 2-я           | 3-я        | 4-я                                      | 5-я           | 6-я        |
| До опыта           | 15,07±0,48           | 14,77±0,13    | 14,74±0,50 | 17,60±0,47                               | 17,20±0,23    | 17,16±0,40 |
| Через 30 дней      | 17,83±0,45           | 16,23±0,60    | 15,94±0,65 | 21,43±0,41**                             | 18,42±0,13    | 18,33±0,44 |
| Через 60 дней      | 18,99±0,36           | 17,10±0,09    | 16,54±0,70 | 22,13±0,25***                            | 18,43±0,16    | 18,44±0,70 |
| Через 90 дней      | 18,88±0,31**         | 16,48±0,24    | 16,36±0,63 | 22,38±0,27***                            | 19,18±0,03*** | 18,22±0,44 |
| Через 120 дней     | 19,32±0,40**         | 16,62±0,12*** | 15,19±0,84 | 22,54±0,27***                            | 17,44±0,09**  | 17,92±0,75 |

Примечание. Здесь и в табл. 2: \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ .

Наибольший удой у опытных коров чёрно-пестрой породы отмечался на 60-й день опыта и был выше показателей контрольной группы на 3,4%, у помесей чёрно-пестрой и голштинской пород максимальный удой был на 90-й день опыта и превосходил данные контрольной группы на 5,3%.

Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что влияние незащищенного метионина на молочную продуктивность у коров чёрно-пестрой породы в среднем за опыт составило 18,6, у помесей чёрно-пестрой и голштинской пород – 21%; влияние породной принадлежности у чёрно-пестрых коров на молочную продуктивность за период опыта составляло 15,6, у помесей – 37,3%.

Результаты анализа показали, что применение препарата МНА повысило среднесуточный удой у коров опытных групп. Так, наивысший удой у коров чёрно-пёстрой породы был отмечен через 120 дней опыта (19,32±0,40 кг), что выше по сравнению с контрольной группой на 27,19% ( $P < 0,001$ ).

Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что в группе чёрно-пестрых коров основное влияние на увеличение удоя оказывал препарат МНА (39,7%), в то время как признак породной принадлежности влиял на молочную продуктивность в среднем за период опыта на 25,9%. У помесей чёрно-пестрой и голштинской породы наибольшее влияние на продуктивность оказывала порода – 35,2%, однако применение препарата также играло весомую роль, его влияние составило 31,6%.

Незащищенный метионин не оказал существенного влияния на массовую долю белка (табл. 2). Незначительное повышение массовой доли белка у опытных животных было отмечено на 120-й день эксперимента.

При применении МНА содержание белка в молоке увеличивалось в опытных группах коров обеих пород, самая высокая концентрация белка в молоке было на 120-й день.

Таблица 2

Влияние метионинсодержащих препаратов на содержание белка и жира в молоке ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ ), %

| Время исследований                 | Чёрно-пёстрая порода |             |           | Помеси черно-пестрой и голштинской пород |              |           |
|------------------------------------|----------------------|-------------|-----------|--|--------------|-----------|
|                                    | Группа               |             |           |  |              |           |
|                                    | 1-я                  | 2-я         | 3-я       | 4-я                                      | 3-я          | 6-я       |
| <i>Содержание белка</i>            |                      |             |           |  |              |           |
| До опыта                           | 3,03±0,02            | 3,01±0,01   | 3,00±0,02 | 3,01±0,02                                | 3,04±0,01    | 3,02±0,02 |
| Через 30 дней                      | 3,22±0,06            | 3,02±0,05   | 2,90±0,07 | 3,26±0,03                                | 3,01±0,04    | 3,03±0,04 |
| Через 60 дней                      | 3,28±0,03            | 2,90±0,09   | 3,00±0,04 | 3,43±0,10                                | 3,03±0,05    | 3,04±0,01 |
| Через 90 дней                      | 3,35±0,06**          | 3,00±0,01   | 3,02±0,01 | 3,51±0,02***                             | 3,04±0,01**  | 3,02±0,01 |
| Через 120 дней                     | 3,39±0,02***         | 3,04±0,01** | 3,02±0,01 | 3,55±0,01***                             | 3,05±0,02    | 3,04±0,02 |
| <i>Массовая доля жира в молоке</i> |                      |             |           |  |              |           |
| До опыта                           | 3,63±0,10            | 3,60±0,09   | 3,61±0,01 | 3,67±0,08                                | 3,64±0,09    | 3,65±0,08 |
| Через 30 дней                      | 3,79±0,09            | 3,67±0,01   | 3,67±0,04 | 3,86±0,06                                | 3,69±0,10    | 3,69±0,05 |
| Через 60 дней                      | 3,86±0,07            | 3,69±0,03   | 3,70±0,02 | 3,99±0,08                                | 3,84±0,13    | 3,76±0,01 |
| Через 90 дней                      | 3,89±0,09**          | 3,52±0,01** | 3,46±0,04 | 4,11±0,04***                             | 3,70±0,14    | 3,62±0,03 |
| Через 120 дней                     | 3,92±0,14**          | 3,44±0,03** | 3,33±0,01 | 4,14±0,06***                             | 3,74±0,03*** | 3,50±0,02 |

У чёрно-пёстрой породы содержание молочного белка было выше по сравнению с контролем на 12,2, у помесей – на 16,7%. При сравнении опытных групп содержание белка в молоке было больше у коров-помесей по сравнению с черно-пестрой породой на 4,7%.

При помощи двухфакторного анализа было установлено, что действие препарата МНА на массовую долю белка в ходе эксперимента в среднем составило у черно-пестрой породы 32, у помесей – 40%, действие породной принадлежности 35 и 27% соответственно.

Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что влияние незащищенного метионина на массовую долю жира в среднем за опыт составляло у черно-пестрой породы 61,1, у помесей черно-пестрой и голштинской пород – 43,6%, влияние породной принадлежности – 15,5 и 17,1% соответственно.

МНА в отличие от незащищенного метионина повышал жирность молока у коров опытных групп на протяжении всего опыта. Так, наивысшее содержание жира у опытных коров чёрно-пёстрой породы было отмечено через 120 дней опыта (см. табл. 2) и жирность молока составила 3,92±0,14%, что выше по сравнению с контрольной группой на 17,72% (P<0,01).

У коров-помесей массовая доля жира в молоке увеличивалась на протяжении всего опыта. Максимальное содержание было достигнуто также на 120-й день опыта – 4,14±0,06%, что выше контроля на 18,28% (P<0,001).

Двухфакторный анализ показал, что повышение массовой доли жира в среднем за весь опыт у черно-пестрой породы на 51,6% было обуслов-

лено применением МНА и лишь на 27,6% признаком породной принадлежности, в то время как у коров-помесей массовая доля жира повышалась на 46% благодаря принадлежности к голштинской породе и на 35,4% по причине применения МНА.

**ВЫВОДЫ**

1. Введение препарата МНА в рацион коров черно-пестрой и помесей черно-пестрой и голштинской пород в дозе 25 г на голову в сутки на протяжении 120 дней способствовало повышению среднесуточных удоев, что позволило получить в 1,1–1,2 раза больше молока, повысить содержание жира в молоке коров на 17–18%, массовую долю белка – на 15–22% по сравнению с контрольными группами.
2. Применение незащищенного метионина сопровождалось недостоверными изменениями молочной продуктивности, белка, жира в молоке как черно-пестрых, так и помесных коров.
3. Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что наибольшее влияние препарат с защищенным метионином оказывал на повышение среднесуточного удоя и жира в молоке у коров черно-пестрой породы. Доля влияния препарата на содержание белка была выше у помесных коров. Указанные изменения поддерживались высоким влиянием породного признака – 25,9–46%.
4. В наибольшей степени препарат МНА повлиял на изученные показатели у коров черно-пестрой породы, что свидетельствует о недостаточном раскрытии потенциала местной породы скота.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тараканов Б. В. Влияние аминокислот на ферментативную активность микрофлоры рубца // Зоотехния. – 2003. – № 6. – С. 11–13.
2. Киселёва Л. Ю., Бахмутова Т. В. Голикова А. П. Частная зоотехния. – М.: Колос, 1998.
3. Ершова Н. М. Дисперсионный анализ данных наблюдений. – Днепропетровск: ПГАСА, 2009. – 72 с.
4. Переяслова И. Г., Колбачева Е. Б. Статистика. – Ростов н/Д.: Феникс, 1999. – 288 с.
5. Елисеева И. И., Юзбашев М. М. Общая теория статистики. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 288 с.

COW MILK PRODUCTIVITY AND TECHNOLOGIC PROPERTIES UNDER THE EFFECTS OF METHIONINE-CONTAINING PREPARATIONS

S. A. Nekrasova

*Key words:* milking cows, methionine-containing preparations, milk productivity, butterfat and protein

*Administration of the preparation that contains protected methionine allows to increase: average daily milk yield 1.1–1.2 times as much, protein weight fraction in milk – by 15–22%, fat – by 17–18%. Administration of unprotected methionine was followed by insignificant changes in milk productivity, protein and fat content in the milk of experienced cows. The unprotected methionine efficiency was lower as compared to protected methionine.*

УДК 598.271.8:591.481.11

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОНЕЧНОГО МОЗГА ГАЛКИ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ РАССУДОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ПЛОСКОСТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ)

А. А. Самотаев, доктор биологических наук, профессор  
Ю. В. Зайцева, аспирант  
Уральская государственная академия  
ветеринарной медицины  
E-mail: samotaew@mail.ru

**Ключевые слова:** галка, конечный мозг, элементарная рассудочная деятельность, нейрон, глия, нейроглиальный комплекс, системный анализ

*С помощью разработанного алгоритма системного анализа рассмотрены структурные закономерности функциональной деятельности системы компонентов конечного мозга галки с разным уровнем рассудочной деятельности. Установлено, что структуры организма птиц образуют большую систему из морфометрических показателей, содержащую в первой группе 16, во второй – 12 подсистем, организующихся соответственно в четырех- и трехшелонную пирамиды.*

Согласно учению об элементарной рассудочной деятельности как особой форме поведения, птицам присущ чрезвычайно широкий диапазон реакций на внезапные изменения среды, что является важным приспособительным механизмом, обеспечивающим их существование в многообразных, постоянно меняющихся условиях окружающей среды. При этом у разных видов птиц рассудочная деятельность различается. В частности, врановые по развитию рассудочной деятельности занимают ведущее место среди птиц и даже

достигают уровня некоторых групп млекопитающих [1, 2].

Однако данных о различиях рассудочной деятельности птиц внутри вида в доступной литературе нами не обнаружено. К тому же ранее выполненные исследования не основывались на системном подходе как современном научном взгляде на природу и существование живых объектов.

Цель работы – выявить структурные закономерности функциональной деятельности систе-

мы компонентов конечного мозга галки с разным уровнем рассудочной деятельности.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Представленные проф. Л. Н. Вороновым 33 гистоморфологические характеристики 10 галок в 7 полях конечного мозга были подвергнуты обработке с помощью алгоритма системного анализа, включающего многомерные методы, для чего использовали пакеты программы Statistica-6.0 [3].

В основе его лежит гипотеза о трехструктурности объектов, состоящих из тканей пищеварительного тракта, выполняющих поставку питательных веществ и удаление отработанных продуктов; структур межклеточного обмена, перерабатывающих питательные вещества, разлагающих вредные продукты обмена; структур внутренних органов, поглощающих отработанные, а в ряде случаев и необходимые вещества для всего организма. Их совместная деятельность в виде потен-

циала определяет в конечном итоге уровень показателей организма [4].

Материалом описания в данной работе служили плоскостные измерения компонентов мозга.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для выделения птиц с разным уровнем рассудочной деятельности 68 морфометрических характеристик конечного мозга (включая объемные показатели): глия, нейроны (веретенообразные, пирамидальные, звездчатые), комплексы подвергли кластеризации ( $n = 5$ ) (рис. 1).

Первая группа включала объекты № 3, 5, 2, 4, 8, вторая – № 7, 9, 10, 6, 1.

При сравнении отдельных характеристик конечного мозга птиц двух групп ( $Z$ -критерий) существенных изменений не обнаружено. Объединение характеристик мозга в группы уровней различия показало, что с его увеличением доля морфометрических характеристик снижается (рис. 2).

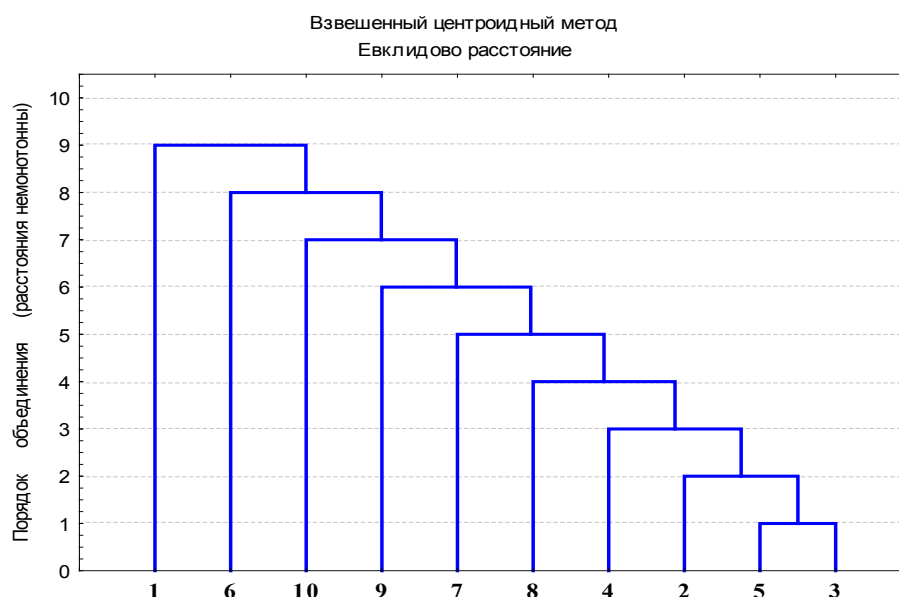


Рис. 1. Дендрограмма морфометрических характеристик конечного мозга птиц (плоскостные + объемные измерения)

На следующем этапе к морфометрическим показателям конечного мозга птиц разного уровня рассудочной деятельности был применен системный подход, который позволяет рассматривать любой биологический объект как систему более высокого уровня. Считается, что условием наличия системы для определяемых показателей объекта является

присутствие структуры. Только присутствие структуры создает условия для образования системы в виде формирования пространства, уровней и специфических каналов взаимодействия. Инструментом обнаружения структуры выступает метод главных компонент, входящий в группу «структурных или многомерных методов анализа» [1].

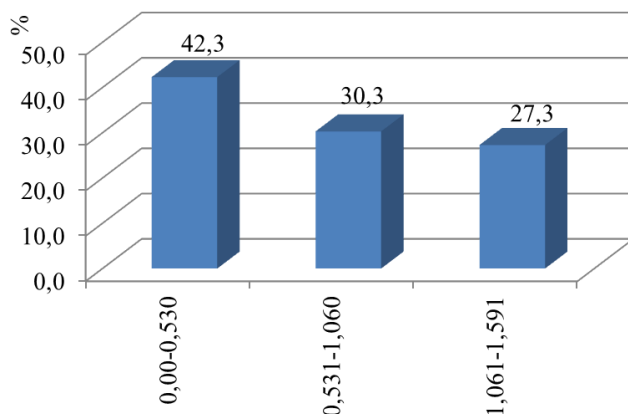


Рис. 2. Доля числа морфометрических показателей конечного мозга между группами птиц с разным уровнем различия

Образование и существование структуры происходит благодаря ряду закономерностей. Важнейшая из них – придание системой более высокого уровня всем показателям системообразующих (ресурсодефицитных) и системоразрушающих (ресурсоизбыточных) свойств, создание в пространстве структуры потенциала ресурсов (ЭДС), что способствует переводу показателей в элементы – ведущие компоненты любой системы.

Обнаружение ресурсодефицитных и ресурсоизбыточных свойств элементов производят с помощью корреляционного анализа на основании закономерности, согласно которой отрицательные корреляционные связи укрепляют, а положительные – разрушают структуру большой системы. При этом в матрице полученных корреляций рассчитывают их суммы для каждого показателя, располагаемые затем последовательно слева направо, согласно знаку в порядке возрастания, определяя тем самым и ресурсы структуры как сумму парных корреляций между всеми элементами эшелона, представленных численно в условных единицах.

На следующем этапе, используя факторный анализ, выделяют подсистемы эшелона. Каждая из них формируется из имеющегося набора крайних слева (системообразующих) и справа (системоразрушающих) в ряду элементов на основе принципа «минимального насыщения».

На основании сумм парных корреляций в матрице показателей определяется порядок размещения элементов в каждой подсистеме – слева направо, в порядке возрастания. При этом элемент с минимальной суммой, будучи наиболее независимым, является показателем активизации, путем изменения ресурсных возможностей которо-

го происходит автоматический запуск системы. Элемент с максимальной суммой, будучи наиболее зависимым, является итогом деятельности подсистемы, для которого через множественное регрессионное уравнение строится стандартная и наилучшая модель [1].

Формирование вышестоящего эшелона осуществлялось на основании эффекта «черного ящика», когда элементы активизации и итог деятельности подсистем нижнего уровня поднимаются структурно вверх и из них организуется новый эшелон, в котором производится аналогичный расчет.

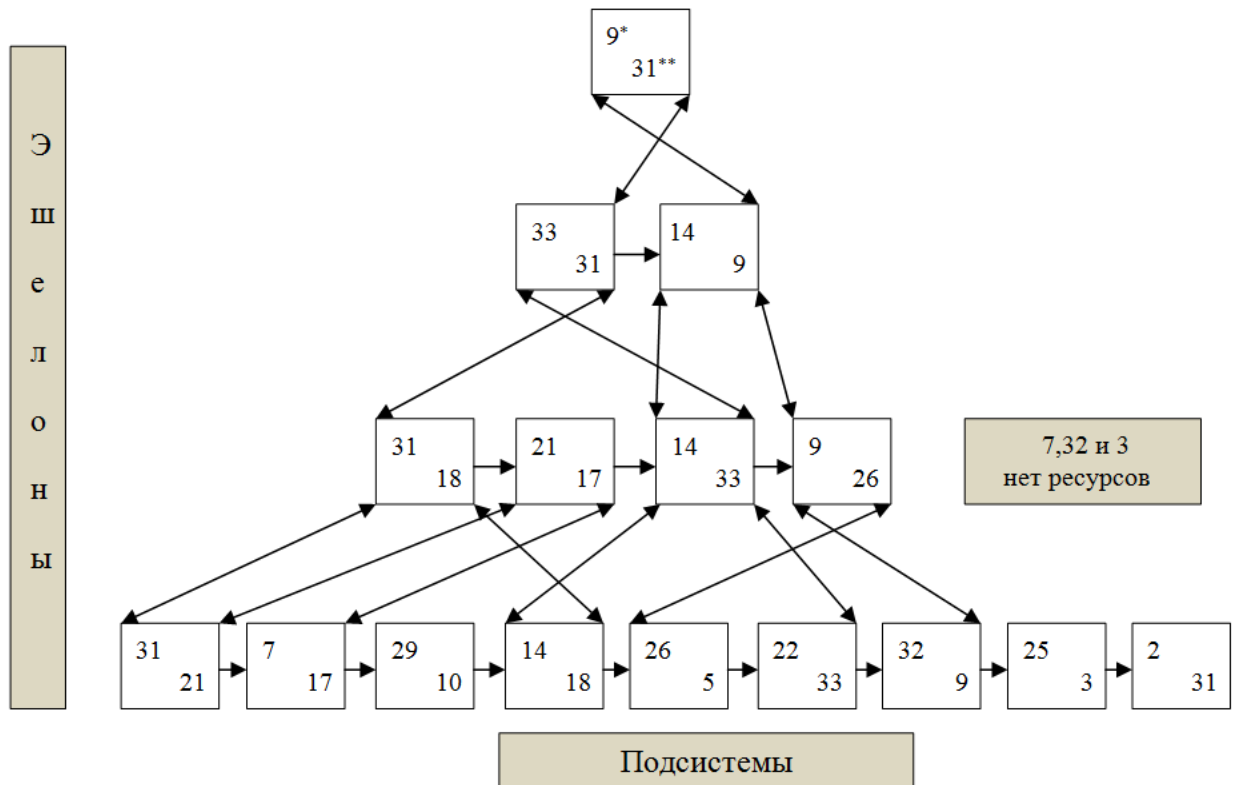
В итоге оказалось, что структуры организма птицы образуют большую систему из морфометрических показателей конечного мозга, содержащую в первой группе 16, а во второй – 12 подсистем, организующихся соответственно в четырех- и трехэшелонную пирамиду (рис. 3).

По горизонтали пирамиды представлены подсистемы, а по вертикали – их эшелоны. В подсистеме эшелонов номерами обозначены наиболее важные показатели: в левом верхнем углу – элементы активизации, в правом нижнем углу – итог деятельности подсистемы (рис. 3). При этом, чем выше уровень подсистем в пирамиде, тем выше их значимость и важность образующих их элементов в деятельности конечного мозга птицы [3].

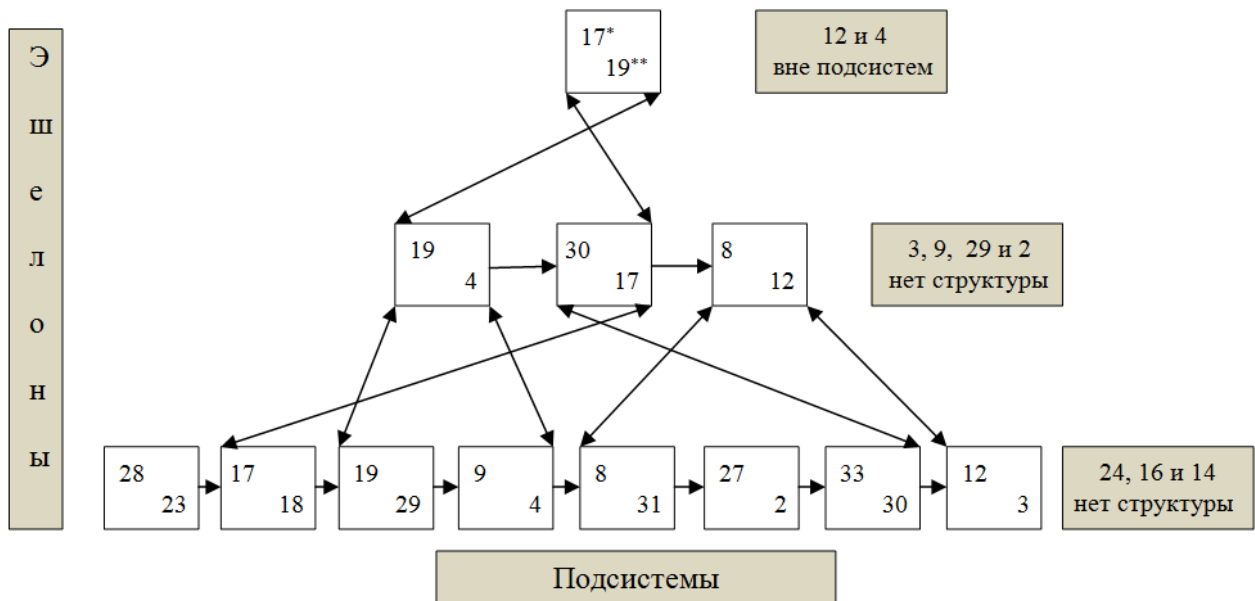
В структуре первого эшелона присутствуют 16 системообразующих показателей (48,5%) в первой и 15 (45,5%) – во второй группе птиц (табл. 1). Максимальный недостаток ресурсов присутствует у «пирамидальных нейронов поля<sup>F</sup>» (-5,680), а минимальный – у «глии поля<sup>Hv</sup>» (-0,346) в первой группе, у «комплексов поля<sup>E</sup>» (-6,346) и «веретенообразных нейронов поля<sup>Ar</sup>» (-0,202) – во второй группе.

Ресурсодефицитными были 17 характеристик (41,5%). Максимальное содержание ресурсов присутствует у характеристики «глия поля<sup>Nc</sup>» (3,741), минимальное – «комплексы поля<sup>E</sup>» (0,097). Для второй группы птиц из 18 ресурсодефицитных характеристик (54,5%), максимальное содержание ресурсов выражено у характеристики «пирамидальные нейроны поля<sup>Hd</sup>» (5,011), минимальное – «комплексы поля<sup>Ar</sup>» (0,455).

Индекс системообразования свидетельствует об устойчивости первого эшелона первой группы при среднем уровне ожидания перемен – 1,374 по сравнению со второй группой птиц – 0,852, который указывает на неустойчивость эшелона.



а)



б)

Рис. 3. Синергетические взаимоотношения подсистем и эшелонов большой системы морфометрических характеристик конечного мозга галки с разным уровнем рассудочной деятельности (а – первая группа; б – вторая группа)

Ресурсодефицитные и ресурсоизбыточные элементы большой системы морфометрических характеристик конечного мозга галки

| № п/п                     | Показатель                     | Первая группа        |                      |                     |                     | Вторая группа        |                     |                    |
|---------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
|                           |                                | I эшелон             | II эшелон            | III эшелон          | IV эшелон           | I эшелон             | II эшелон           | III эшелон         |
| 1                         | Глия <sup>Ha</sup>             | 2,308 <sup>27</sup>  | -                    | -                   | -                   | -0,398 <sup>14</sup> | -                   | -                  |
| 2                         | Веретенообразные <sup>Ha</sup> | -2,183 <sup>10</sup> | 0,630 <sup>13</sup>  | -                   | -                   | 1,214 <sup>19</sup>  | -0,664 <sup>7</sup> | -                  |
| 3                         | Пирамидальные <sup>Ha</sup>    | -2,449 <sup>8</sup>  | -1,132 <sup>7</sup>  | -                   | -                   | 0,503 <sup>17</sup>  | -1,441 <sup>4</sup> | -                  |
| 4                         | Звёздчатые <sup>Ha</sup>       | 0,755 <sup>22</sup>  | -                    | -                   | -                   | 4,802 <sup>32</sup>  | 2,352 <sup>15</sup> | 2,313 <sup>6</sup> |
| 5                         | Комплексы <sup>Ha</sup>        | 0,691 <sup>21</sup>  | -2,164 <sup>4</sup>  | -                   | -                   | -2,122 <sup>8</sup>  | -                   | -                  |
| 6                         | Глия <sup>Hd</sup>             | -2,513 <sup>6</sup>  | -                    | -                   | -                   | 2,611 <sup>25</sup>  | -                   | -                  |
| 7                         | Веретенообразные <sup>Hd</sup> | 2,100 <sup>26</sup>  | -1,967 <sup>5</sup>  | -                   | -                   | 1,093 <sup>18</sup>  | -                   | -                  |
| 8                         | Пирамидальные <sup>Hd</sup>    | 2,333 <sup>28</sup>  | -                    | -                   | -                   | 5,011 <sup>33</sup>  | 2,414 <sup>16</sup> | 1,837 <sup>4</sup> |
| 9                         | Звёздчатые <sup>Hd</sup>       | -0,620 <sup>15</sup> | -0,042 <sup>10</sup> | -1,850 <sup>2</sup> | -0,767 <sup>1</sup> | -3,699 <sup>4</sup>  | -1,282 <sup>5</sup> | -                  |
| 10                        | Комплексы <sup>Hd</sup>        | -3,091 <sup>3</sup>  | 0,694 <sup>14</sup>  | -                   | -                   | 3,179 <sup>28</sup>  | -                   | -                  |
| 11                        | Глия <sup>Hv</sup>             | -0,346 <sup>16</sup> | -0,572 <sup>8</sup>  | -                   | -                   | 3,927 <sup>30</sup>  | -                   | -                  |
| 12                        | Веретенообразные <sup>Hv</sup> | 2,602 <sup>30</sup>  | -                    | -                   | -                   | -0,808 <sup>13</sup> | -0,109 <sup>8</sup> | 1,651 <sup>2</sup> |
| 13                        | Комплексы <sup>Hv</sup>        | 0,413 <sup>19</sup>  | -                    | -                   | -                   | 1,791 <sup>22</sup>  | -                   | -                  |
| 14                        | Глия <sup>Ne</sup>             | 3,741 <sup>33</sup>  | 0,474 <sup>12</sup>  | -0,016 <sup>5</sup> | 1,112 <sup>4</sup>  | -1,232 <sup>11</sup> | -                   | -                  |
| 15                        | Веретенообразные <sup>Ne</sup> | -4,010 <sup>2</sup>  | -                    | -                   | -                   | -1,118 <sup>12</sup> | -                   | -                  |
| 16                        | Пирамидальные <sup>Ne</sup>    | 2,874 <sup>32</sup>  | -                    | -                   | -                   | -1,587 <sup>10</sup> | -                   | -                  |
| 17                        | Звёздчатые <sup>Ne</sup>       | 1,232 <sup>25</sup>  | 1,428 <sup>18</sup>  | 0,580 <sup>7</sup>  | -                   | 2,854 <sup>26</sup>  | 1,258 <sup>11</sup> | 1,915 <sup>5</sup> |
| 18                        | Комплексы <sup>Ne</sup>        | -2,825 <sup>4</sup>  | -3,625 <sup>1</sup>  | -1,055 <sup>3</sup> | -                   | -5,398 <sup>2</sup>  | -2,717 <sup>2</sup> | -                  |
| 19                        | Глия <sup>E</sup>              | 0,457 <sup>20</sup>  | -                    | -                   | -                   | 1,862 <sup>23</sup>  | 1,492 <sup>13</sup> | 1,739 <sup>3</sup> |
| 20                        | Веретенообразные <sup>E</sup>  | 0,788 <sup>23</sup>  | -                    | -                   | -                   | 1,247 <sup>20</sup>  | -                   | -                  |
| 21                        | Пирамидальные <sup>E</sup>     | -5,680 <sup>1</sup>  | -2,347 <sup>2</sup>  | -1,914 <sup>1</sup> | -                   | 3,703 <sup>29</sup>  | -                   | -                  |
| 22                        | Звёздчатые <sup>E</sup>        | -1,345 <sup>12</sup> | -                    | -                   | -                   | -5,030 <sup>3</sup>  | -                   | -                  |
| 23                        | Комплексы <sup>E</sup>         | 0,097 <sup>17</sup>  | 0,133 <sup>11</sup>  | -                   | -                   | -6,346 <sup>1</sup>  | -4,638 <sup>1</sup> | -                  |
| 24                        | Глия <sup>Pa</sup>             | 2,604 <sup>31</sup>  | -                    | -                   | -                   | -1,962 <sup>9</sup>  | -                   | -                  |
| 25                        | Веретенообразные <sup>Pa</sup> | -1,514 <sup>11</sup> | 1,113 <sup>17</sup>  | -                   | -                   | -3,082 <sup>5</sup>  | -                   | -                  |
| 26                        | Пирамидальные <sup>Pa</sup>    | -2,552 <sup>5</sup>  | -0,436 <sup>9</sup>  | -0,433 <sup>4</sup> | -                   | -2,537 <sup>7</sup>  | -                   | -                  |
| 27                        | Звёздчатые <sup>Pa</sup>       | -1,133 <sup>14</sup> | -                    | -                   | -                   | -2,570 <sup>6</sup>  | -1,917 <sup>3</sup> | -                  |
| 28                        | Комплексы <sup>Pa</sup>        | -2,422 <sup>9</sup>  | -                    | -                   | -                   | 3,125 <sup>27</sup>  | 1,886 <sup>14</sup> | -                  |
| 29                        | Глия <sup>Ar</sup>             | 0,927 <sup>24</sup>  | 0,899 <sup>15</sup>  | -                   | -                   | 1,905 <sup>24</sup>  | -0,718 <sup>6</sup> | -                  |
| 30                        | Веретенообразные <sup>Ar</sup> | -1,199 <sup>13</sup> | -                    | -                   | -                   | -0,202 <sup>15</sup> | -0,064 <sup>9</sup> | 1,622 <sup>1</sup> |
| 31                        | Пирамидальные <sup>Ar</sup>    | 2,438 <sup>29</sup>  | 1,069 <sup>16</sup>  | 0,591 <sup>8</sup>  | 0,749 <sup>3</sup>  | 1,346 <sup>21</sup>  | 1,002 <sup>10</sup> | -                  |
| 32                        | Звёздчатые <sup>Ar</sup>       | -2,483 <sup>7</sup>  | -1,823 <sup>6</sup>  | -                   | -                   | 4,101 <sup>31</sup>  | -                   | -                  |
| 33                        | Комплексы <sup>Ar</sup>        | 0,113 <sup>18</sup>  | -2,329 <sup>3</sup>  | 0,233 <sup>6</sup>  | -0,260 <sup>2</sup> | 0,455 <sup>16</sup>  | 1,331 <sup>12</sup> | -                  |
| Индекс системообразования |                                | 1,374                | 2,552                | 3,753               | 0,552               | 0,852                | 1,155               | -                  |
| Ресурсы эшелона           |                                | -0,300               | -0,555               | -0,483              | 0,208               | 0,201                | -0,113              | 1,846              |

Примечание. 2,308<sup>27</sup> – место элемента в иерархии эшелона

В связи с недостатком вещественных, энергетических и информационных связей во второй группе «глия поля<sup>Pa</sup>», «пирамидальные нейроны поля<sup>Ne</sup>» и «глия поля<sup>Ne</sup>» в структуре первого эшелона оказались вне подсистем.

Структуры конечного мозга птиц через подсистемы гистоморфологических показателей в первом эшелоне обозначали следующие проблемы: «пирамидальные нейроны поля<sup>E</sup>» → «звёздчатые нейроны поля<sup>Ne</sup>» → «комплексы поля<sup>Hd</sup>» → «комплексы поля<sup>Ne</sup>» → «комплексы поля<sup>Ha</sup>» → «комплексы поля<sup>Ar</sup>» → «звёздчатые

нейроны поля<sup>Hd</sup>» → «пирамидальные нейроны поля<sup>Ha</sup>» → «глия поля<sup>Hv</sup>» в первой группе; «комплексы поля<sup>E</sup>» → «глия поля<sup>Ne</sup>» → «глия поля<sup>Ar</sup>» → «звёздчатые нейроны поля<sup>Ha</sup>» → «пирамидальные нейроны поля<sup>Ar</sup>» → «веретенообразные нейроны поля<sup>Ha</sup>» → «веретенообразные нейроны поля<sup>Ar</sup>» → «пирамидальные нейроны поля<sup>Ha</sup>» – во второй группе птиц (табл. 2).

В структуре второго эшелона в первой группе присутствуют 10 системообразующих показателей (55,6%) и 9 (56,2%) – во второй группе птиц.

Таблица 2

Модели заключительных элементов подсистем морфометрических показателей конечного мозга птиц

| Номер подсистемы     | Вид уравнения  | Адекватность модели |                       |
|----------------------|--|---------------------|-----------------------|
|                      |  | F <sub>факт.</sub>  | F <sub>наилучш.</sub> |
| <b>Первая группа</b> |  |                     |                       |
| <i>I эшелон</i>      |  |                     |                       |
| 1                    | $Y_{21} = 8,2 - 1,3 \cdot X_{31} - 0,4 \cdot X_{16}$                         | -                   | 19,26                 |
| 2                    | $Y_{17} = 0,50 - 0,06 \cdot X_7 - 0,09 \cdot X_{15} + 0,09 \cdot X_1$        | 0,24                | 1,10                  |
| 3                    | $Y_{10} = 5,78 + 0,23 \cdot X_{29} - 0,94 \cdot X_8$                         | 6,01                | 6,01                  |
| 4                    | $Y_{18} = 14,22 - 0,19 \cdot X_{14} - 0,07 \cdot X_{20} + 0,93 \cdot X_{14}$ | 8,33                | 19,6                  |
| 5                    | $Y_5 = 6,72 - 1,10 \cdot X_{26} - 0,73 \cdot X_{13} + 0,57 \cdot X_{19}$     | 2,94                | 6,02                  |
| 6                    | $Y_{33} = -1,46 - 0,98 \cdot X_{23} + 0,12 \cdot X_6$                        | 1,56                | 1,56                  |
| 7                    | $Y_9 = 2,28 + 0,14 \cdot X_{32} - 1,65 \cdot X_{27}$                         | 5,07                | 13,8                  |
| 8                    | $Y_3 = -9,16 + 0,79 \cdot X_{25} + 0,79 \cdot X_{22}$                        | 36,9                | 36,9                  |
| 9                    | $Y_{11} = 103,7 - 2,86 \cdot X_2 - 1,11 \cdot X_{28} - 6,62 \cdot X_{30}$    | 136,9               | 136,9                 |
| <i>II эшелон</i>     |  |                     |                       |
| 10                   | $Y_{18} = 13,64 - 0,75 \cdot X_{31} - 0,34 \cdot X_{10} + 0,13 \cdot X_{29}$ | 1,01                | 3,89                  |
| 11                   | $Y_{17} = 0,15 - 0,37 \cdot X_{21} + 0,27 \cdot X_{25}$                      | 36,8                | 36,8                  |
| 12                   | $Y_{33} = -2,60 + 0,09 \cdot X_{14} - 0,82 \cdot X_{23}$                     | 0,24                | -                     |
| 13                   | $Y_{26} = -10,14 + 1,0,2 \cdot X_2 - 0,34 \cdot X_9$                         | -                   | 59,3                  |
| <i>III эшелон</i>    |  |                     |                       |
| 14                   | $Y_{31} = 2,47 + 0,04 \cdot X_{33} + 0,51 \cdot X_{17} - 0,27 \cdot X_{21}$  | 4,05                | 10,8                  |
| 15                   | $Y_9 = 16,20 - 0,15 \cdot X_{14} - 1,13 \cdot X_{26} - 0,87 \cdot X_{18}$    | 100,1               | 100,1                 |
| <i>IV эшелон</i>     |  |                     |                       |
| 16                   | $Y_{31} = -3,42 - 0,29 \cdot X_9 - 0,17 \cdot X_{33} + 0,13 \cdot X_{14}$    | 1,30                | 4,59                  |
| <b>Вторая группа</b> |  |                     |                       |
| <i>I эшелон</i>      |  |                     |                       |
| 1                    | $Y_{23} = 3,91 - 0,15 \cdot X_{28} - 0,13 \cdot X_{10} - 0,08 \cdot X_{21}$  | 2,37                | 5,32                  |
| 2                    | $Y_{18} = 6,67 - 0,64 \cdot X_{17} + 3,19 \cdot X_{32} - 0,26 \cdot X_{11}$  | 4,51                | 7,73                  |
| 3                    | $Y_{29} = 27,59 - 0,18 \cdot X_{19} - 0,51 \cdot X_{22} + 0,07 \cdot X_6$    | 0,20                | 1,25                  |
| 4                    | $Y_4 = -4,49 - 1,21 \cdot X_9 + 0,66 \cdot X_{13}$                           | 2,91                | 2,91                  |
| 5                    | $Y_{31} = -0,92 + 0,27 \cdot X_8 + 0,25 \cdot X_{25}$                        | 3,47                | 3,47                  |
| 6                    | $Y_2 = -17,67 - 0,55 \cdot X_{27} - 1,08 \cdot X_{20} + 4,21 \cdot X_7$      | 9,49                | 9,49                  |
| 7                    | $Y_{30} = 9,18 + 0,92 \cdot X_{33} - 0,19 \cdot X_1 - 0,14 \cdot X_{25}$     | 20,1                | 54,1                  |
| 8                    | $Y_3 = 3,54 - 0,44 \cdot X_{12} + 0,02 \cdot X_{15} + 0,23 \cdot X_5$        | 1,55                | 4,61                  |
| <i>II эшелон</i>     |  |                     |                       |
| 9                    | $Y_4 = -0,58 - 0,01 \cdot X_{19} + 0,32 \cdot X_{28} - 1,06 \cdot X_{23}$    | 2,04                | 6,12                  |
| 10                   | $Y_{17} = 3,93 + 0,28 \cdot X_{30} - 0,80 \cdot X_{18} + 2,16 \cdot X_{31}$  | 7,44                | 11,8                  |
| 11                   | $Y_{12} = 9,38 - 0,40 \cdot X_8 - 1,15 \cdot X_{27} + 1,38 \cdot X_{33}$     | 3,60                | 6,42                  |
| <i>III эшелон</i>    |  |                     |                       |
| 12                   | $Y_{19} = 21,67 - 1,09 \cdot X_{17} + 1,76 \cdot X_{30} + 3,04 \cdot X_8$    | 3,87                | 3,87                  |

Примечание. X<sub>15</sub> – удаляется из наилучшей модели; F<sub>факт.</sub> – критерий Фишера для фактической модели, F<sub>наилучш.</sub> – критерий Фишера для наилучшей модели.

Ресурсодефицитными были 8 характеристик (44,4%) у первой, 7 (43,8%) – у второй группы птиц. Минимальное содержание ресурсов в первой группе птиц присутствует у характеристик «комплексы поля<sup>E</sup>» (0,133), во второй – «пирамидальные нейроны поля<sup>Ar</sup>» (1,002); максимальное – «звездчатые нейроны поля<sup>Ne</sup>» (1,428) в первой и «пирамидальные нейроны поля<sup>Hd</sup>» (2,414) – во второй группе птиц.

Индекс системообразования свидетельствует об устойчивости второго эшелона как первой, так и второй группы птиц при среднем уровне ожидания перемен – 2,552 и 1,155 соответственно.

Структуры конечного мозга птиц через подсистемы гистоморфологических показателей в втором эшелоне обозначали следующие проблемы: для первой группы птиц – «комплексы поля<sup>Ne</sup>» → «звездчатые нейроны поля<sup>Ne</sup>» → «комплексы поля<sup>Ar</sup>» → «пирамидальные нейроны поля<sup>Pa</sup>»; для второй группы – «звездчатые нейроны поля<sup>Ha</sup>» → «звездчатые нейроны поля<sup>Ne</sup>» → «веретенообразные нейроны поля<sup>Hv</sup>» (см. табл. 2).

В связи с недостатком вещественных, энергетических и информационных связей в структуре второго эшелона в первой группе «веретенообразные нейроны поля<sup>Hd</sup>», «звездчатые нейроны поля<sup>Ar</sup>» и «пирамидальные нейроны поля<sup>Ha</sup>», во второй – «пирамидальные нейроны поля<sup>Ha</sup>», «пирамидальные нейроны поля<sup>Hd</sup>», «глия поля<sup>Ar</sup>» и «веретенообразные нейроны поля<sup>Hd</sup>» оказались вне подсистем.

В структуре третьего эшелона в первой группе присутствуют пять системообразующих показателей (62,5%) (см. табл. 1).

В сравнении с нижележащим уровнем в 1,6 раза снизился дефицит ресурсов структуры эшелона. Максимальный недостаток ресурсов выражен у характеристики «пирамидальные нейроны поля<sup>E</sup>» (–1,914), минимальный – «глия поля<sup>Ne</sup>» (–0,016).

Ресурсообладающими были 3 характеристики (37,5%). Минимальное содержание ресурсов присутствует у элемента «комплексы поля<sup>Ar</sup>» (0,233), максимальное – «пирамидальные нейроны поля<sup>Ar</sup>» (0,591).

Индекс системообразования свидетельствует об устойчивости третьего эшелона при среднем уровне ожидания перемен – 3,753.

Структуры конечного мозга птиц через подсистемы гистоморфологических показателей в третьем эшелоне обозначали следующие проблемы:

«пирамидальные нейроны поля<sup>Ar</sup>» → «звездчатые нейроны поля<sup>Hd</sup>».

В структуре управляющего эшелона в первой группе присутствуют 2 ресурсодефицитных показателя (50,0%) (см. табл. 1). Максимальный недостаток выражен у характеристики «звездчатые нейроны поля<sup>Hd</sup>» (–0,767), минимальный – «комплексы поля<sup>Ar</sup>» (–0,260). Ресурсообладающими были 2 характеристики (50,0%). Минимальное содержание ресурсов присутствует у характеристики «пирамидальные нейроны поля<sup>Ar</sup>» (0,749), максимальное – «глия поля<sup>Ne</sup>» (1,112).

В управляющем эшелоне во второй группе птиц присутствуют только 6 ресурсообладающих характеристик. Минимальное содержание выражено у характеристики «веретенообразные нейроны поля<sup>Ar</sup>» (1,622), максимальное – «звездчатые нейроны поля<sup>Ha</sup>» (2,313).

Индекс системообразования свидетельствует об неустойчивости управляющих эшелонов при среднем уровне ожидания перемен – 0,552 и 0,00.

Структуры конечного мозга птиц через подсистемы гистоморфологических показателей в управляющем эшелоне обозначали следующие проблемы: в первой группе – «пирамидальные нейроны поля<sup>Ar</sup>», во второй группе – «глия поля<sup>E</sup>».

В связи с недостатком вещественных, энергетических и информационных связей веретенообразные «нейроны поля<sup>Hv</sup>» и «звездчатые нейроны поля<sup>Ha</sup>» в структуре третьего эшелона во второй группе оказались вне подсистем.

Одной из наиболее сложных проблем управления являются процессы взаимоотношений «хаоса» и «порядка». Состояние и устойчивость системы организма зависит не только от общего числа подсистем, но и от подсистем, где присутствует элемент «хаос развития», при этом система будет максимально устойчива, если соблюдается правило «золотого сечения», которое гласит, что между числом подсистем, содержащих элементы «хаоса развития», с количеством подсистем «порядка» должно быть соотношение 38: 62.

Содержание подсистем с элементами «хаоса развития» как фактора инноваций и развития в структурах конечного мозга составило 43,8% в первой и 41,7% – во второй группе птиц, это свидетельствует о его повышении в 1,15 и 1,09 раза от нормы (рис. 4).

Также важно учесть место расположения в подсистеме элемента «хаоса развития». Здесь возможно три варианта: является элементом активизации – информационный хаос, промежуточ-

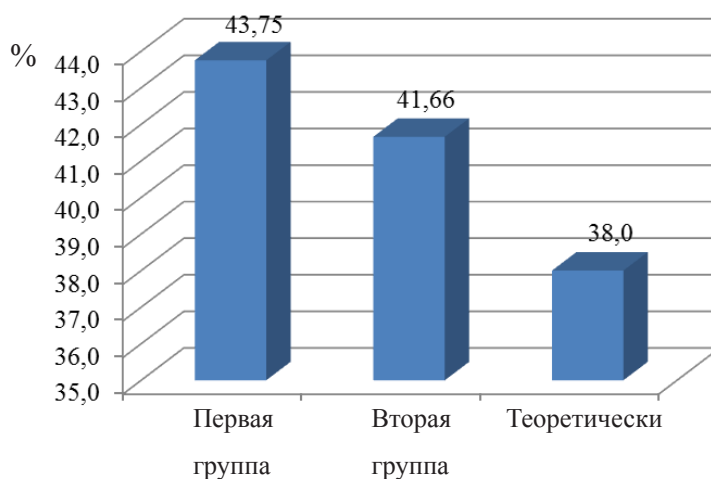


Рис. 4. Уровень «хаоса развития» в системах морфометрических характеристик конечного мозга галок с разным уровнем рассудочной деятельности

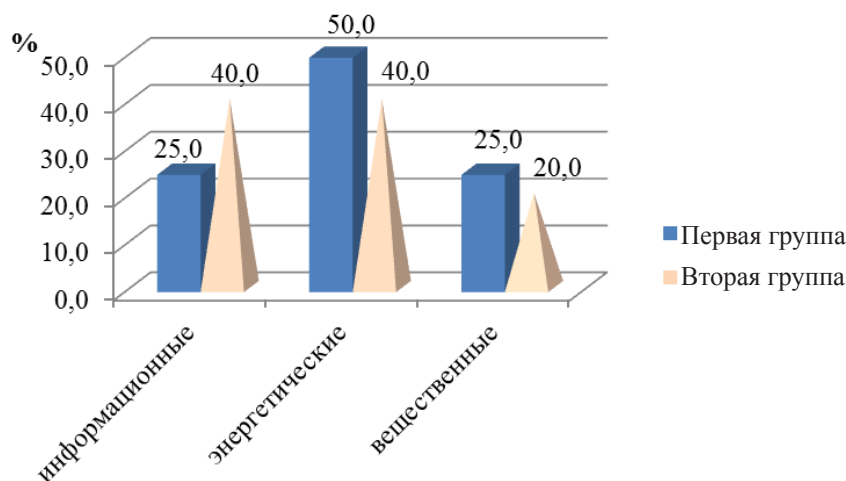


Рис. 5. Структурные уровни ресурсного обеспечения «хаоса развития» в клетках конечного мозга галки с разным уровнем рассудочной деятельности

ным элементом – энергетический хаос и итогом деятельности – вещественный хаос.

Ресурсное обеспечение структур, определяющих «хаос развития» в клетках конечного мозга, свидетельствует о том, что информационные потоки ресурсов во второй группе в 1,6 раза выше, энергетические – в обеих группах выше в 4 и 3,2 раза, а вещественные в 2,3 и 3,1 раза ниже теоретического уровня (рис. 5).

## ВЫВОДЫ

1. Структуры организма птиц первой группы образуют большую систему в виде четырех-, а второй – трехэшелонной пирамиды, содержащей соответственно 16 и 12 подсистем.
2. В управляющих эшелонах итогом деятельности явились у птиц первой группы «пирамидальные нейроны поля<sup>Аr</sup>», участвующие в появлении эмоциональных реакций, и «глия поля<sup>E</sup>» – у второй, отвечающие за обработку слуховой информации.
3. Уровень «хаоса развития» у птиц первой группы отличается от второй, при этом информационный поток ниже в 0,63 раза, а энергетический и вещественный – выше в 1,25 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гизатуллин Х. Н., Самотаев А. А., Дорошенко Ю. А. Структурные взаимоотношения социально-экономических показателей Иркутской области // Вестн. Иркут. ГТУ.– 2011.– № 10 (57).– С. 209–216.
2. Ильичев В. Д., Карташев Н. Н., Шилов И. А. Общая орнитология.– М.: Высш. шк., 1982.– 464 с.
3. Самотаев А. А., Дорошенко Ю. А. Структурный анализ экономических систем (теория и практика).– М.: Тюмень: Ист. Консалтинг, 2010.– 298 с.
4. Самотаев А. А., Клюквина Е. Ю. Теоретические и методологические основы построения и анализа больших систем биологических объектов // Изв. Оренбург. ГАУ.– 2010.– № 2 (26).– С. 196–199.
5. Самотаев А. А., Канагина И. Р., Воронов Л. Н. Структурно-функциональная организация большой системы морфологических характеристик конечного мозга курицы // Аграр. вестн. Урала.– 2010.– № 11–2 (78).– С. 12–14.

FUNCTIONAL AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF DAW'S (CORVUS MONEDULA) TELENCEPHALON WITH DIFFERENT NOOPSYCHE LEVELS (PLANAR MEASUREMENTS)

A.A. Samotaev, Yu.V. Zaitseva

*Key words:* daw, telencephalon, elementary noopsyche, neuron, glia, neuroglia complex, systemic analysis

*A developed algorithm of systemic analysis makes it possible to consider structural regulations of functional activity in the telencephalon system of the daw (Corvus moledula) with different noopsyche levels.*

УДК 636.294:595.4

МОРФОЛОГИЯ И КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ СЕТКИ У МАРАЛОВ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

С. Н. Чебаков, кандидат биологических наук  
 Алтайский государственный аграрный университет  
 E-mail: chebakov-s@mail.ru

*Ключевые слова:* маралы, желудок, сетка, морфология, кровоснабжение

*Описываются возрастные особенности топографии, макро- и микроморфологии сетки многокамерного желудка у маралов, что имеет важное значение для формирования представления о строении данного органа в норме и при патологии. Отмечен неравномерный рост органа в целом и слоев его стенки. Изучены особенности экстра- и интраорганного кровоснабжения сетки.*

Изучение закономерностей строения и васкуляризации желудочно-кишечного тракта у маралов (*Cervus elaphus* sib.) имеет важное значение для объективного представления о строении органов в норме, что позволяет грамотнее оценивать возможные патологические состояния, разрабатывать более рациональные методы профилактики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта у данного вида животных. Кровеносная система, являясь по своим морфофункциональным свойствам пластичной, играет большую роль в адаптационных и восстановительных механизмах органа.

Сетка – один из трех преджелудков четырехкамерного желудка жвачных – выполняет главным образом механическую роль: «сортировку» содер-

жимого, поступающего из рубца, в ней также частично всасываются летучие жирные кислоты [1].

Морфологии и кровоснабжению желудка у домашних и диких жвачных животных посвящены работы ряда авторов. Особенности экстра- и интраорганного кровоснабжения у крупного и мелкого рогатого скота описаны А. Н. Алаевым, С. Н. Касаткиным, П. В. Груздевым, В. М. Шпыговой, Г. Н. Губановой [2–4], динамика развития, макро- и микроморфология желудка у яка изучена К. А. Васильевым [5], у крупного рогатого скота – М. Д. Вишневецкой, Л. В. Давлетовой [6, 7] и др. Вместе с тем у маралов данные по макро- и микроморфологии сетки имеют фрагментарный характер, не изучено ее кровоснабжение.

Целью нашего исследования являлось изучение топографии, объемных и линейных показателей, особенностей экстра- и интраорганного кровоснабжения органа в возрастном аспекте.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования служили желудки 18 клинически здоровых маралов (от рождения до 15 лет), взятые во время убоя в мараловодческих хозяйствах Алтайского края и Республики Алтай. Были использованы методы препарирования, инъекции сосудов затвердевающими [8] и контрастными массами, рентгенографии, изготовления гистологических препаратов общепринятыми методами, морфометрии. Относительный прирост показателей органа вычисляли по методу Броди.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сетка – reticulum – у маралов расположена позади диафрагмы и впереди рубца на мечевидном отростке, проецируется на уровень 6–7-го межреберья. Дорсально граничит с печенью и книжкой, справа – с печенью и диафрагмой. С рубцом сетка сообщается через сеткорубцовое отверстие, с книжкой – щелевидным сетковокнижковым отверстием. Основу губ желоба сетки составляют

тяжи из продольной мускулатуры, а основу дна – поперечная мускулатура. Слизистая желоба имеет микрососочки высотой около 1–2 мм. Длина желоба 12–15, высота губ – 1,7–2,0 см (рис. 1). У новорожденных маралов сетка вместе с неразвитым рубцом оттеснена сычугом на 3–5 см дорсально.

Слизистая оболочка сетки покрыта мелкими ороговевающими сосочками и собрана в нерасправляющиеся складки (стенки), которые формируют 4–7-гранные ячейки. Высота стенок ячеек достигает 6–8 мм. К желобу сетки и к рубцу стенки превращаются в отдельные сосочки.

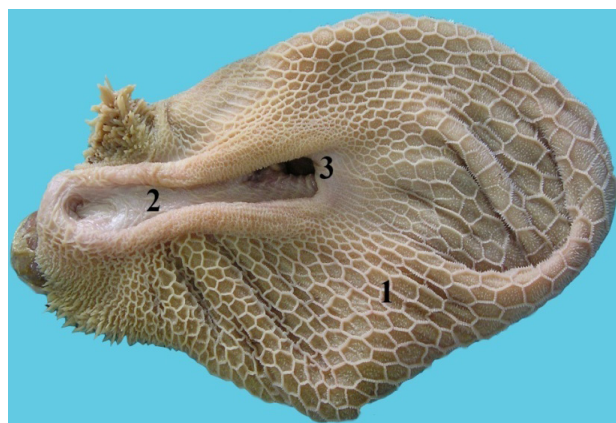


Рис. 1. Рельеф слизистой оболочки сетки марала в возрасте 8 лет:

1 – ячейки; 2 – пищеводный желоб; 3 – сетковокнижковое отверстие

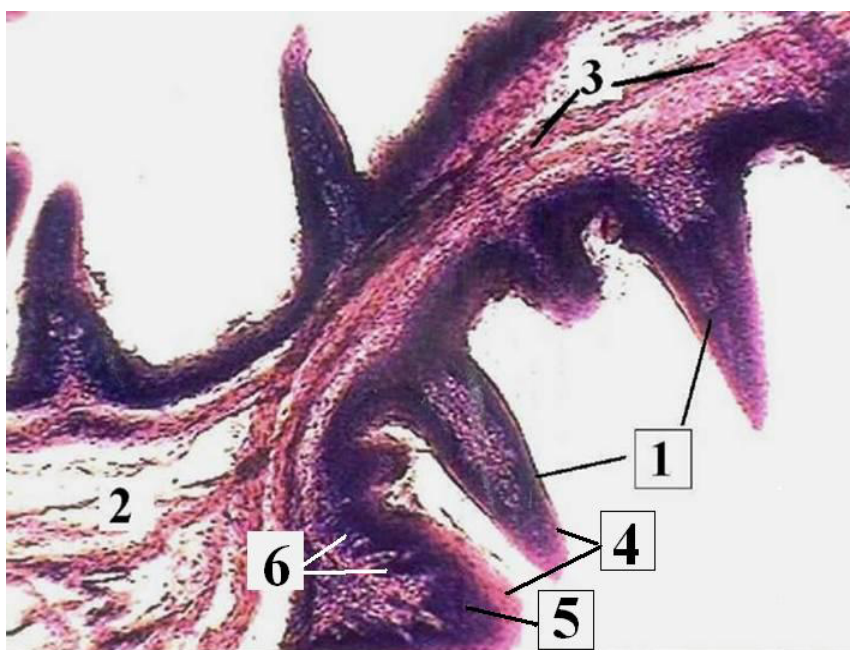


Рис. 2. Стенка ячейки сетки марала. Гематоксилин с эозином. Ув. 40 раз.

1 – шиповидные сосочки второго порядка; 2 – собственно слизистый слой; 3 – мышечная пластинка; 4 – слой плоских клеток; 5 – промежуточный слой; 6 – производящий эпителиальный слой

Таблица 1

Линейные, весовые и объемные показатели сетки у маралов (M±m)

| Показатели                 | Возраст       |               |                |             |               |
|----------------------------|---------------|---------------|----------------|-------------|---------------|
|                            | новорожденные | 6–8 мес       | 18–24 мес      | 4–5 лет     | старше 10 лет |
| Периметр в поперечнике, см | 13,00±0,93    | 34,30±1,22*** | 48,00±2,25**   | 48,40±3,12  | 50,10±3,85    |
| Масса без содержимого, г   | 22,00±1,15    | 87,00±3,27*** | 248,00±8,82*** | 257,00±4,50 | 265,00±9,45   |
| Внутренний объем, л        | 0,11 ± 0,09   | 0,42±0,27***  | 1,20±0,45***   | 1,60±0,27*  | 1,70 ± 0,15   |

Примечание. Здесь и далее достоверность разницы к предыдущему возрасту: \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Таблица 2

Толщина слоев стенки сетки у маралов (M ± m), мкм

| Возраст       | Слизистая оболочка | Мышечная оболочка | Серозная оболочка |
|---------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| Новорожденные | 250,0 ± 22,3       | 850,0 ± 46,9      | 165,0 ± 36,6      |
| 1 мес         | 265,0 ± 34,7*      | 1190,0 ± 98,8*    | 160,0 ± 25,0      |
| 3 мес         | 325,0 ± 66,2       | 1640,0 ± 120,4**  | 175,0 ± 28,8 *    |
| 6–8 мес       | 395,0 ± 70,0 **    | 2136,0 ± 95,5 *** | 188,0 ± 48,2 *    |
| 18–24 мес     | 410,0 ± 55,0 **    | 3090,0 ± 187,4*** | 215,0 ± 62,5 **   |
| Взрослые      | 415,0 ± 76,2       | 3157,0 ± 142,8    | 220,0 ± 105,5 *   |

На боковых поверхностях стенок хорошо развиты ороговевшие шиповидные сосочки. Основу слизистой составляют собственный слой и подслизистая основа с хорошо развитой рыхлой соединительной тканью и мышечной пластинкой. Слизистая сетки покрыта многослойным плоским ороговевающим эпителием толщиной до 70–80 мкм (рис. 2).

Мышечная оболочка состоит из наружного (поперечного) и внутреннего (продольного) слоев, а в области дна направление слоев противоположное. Серозная оболочка переходит на сетку с соседних отделов желудка.

Среди макропоказателей сетки наибольший относительный прирост имеют масса и внутренний объем, до 6–8 месяцев они составляют 119 и 120,2% соответственно (P ≥ 0,999), периметр – 90% (P ≥ 0,99). К 18–24 месяцам интенсивность роста сетки снижается: масса – до 89%, объем – до 96,1 (P ≥ 0,99), периметр – до 33,2% (P ≥ 0,95). К 4–5 месяцам напряженность роста сохраняется лишь у объема – до 28% (P ≥ 0,95).

В последующие периоды изменения всех показателей недостоверны. Отмечена положительная, прямая, сильная корреляционная связь между массой и объемом сетки (r = 0,8) (табл. 1). Полученные данные динамики развития органа согласуются с таковыми у других жвачных [5–7].

Сравнительный анализ показателей микроструктуры сетки на всех этапах развития свидетельствует о большей развитости мышечной оболочки над другими (табл. 2). К 4–5 годам она увеличивается в 3,7 раза, а слизистая и серозная оболочки в 1,7 и 1,3 раза соответственно. Далее

изменение толщины оболочек и слоев недостоверно (P ≤ 0,95).

У новорожденных сетка построена из ячеек, не имеющих четких граней, высота перегородок небольшая – 2–3 мм, эпителий малодифференцирован. Боковые сосочки на перегородках находятся в начале своего развития (рис. 3).

Основными источниками кровоснабжения сетки у маралов являются ветви левой и правой желудочных артерий, левой и правой желудочно-сальниковых артерий, сеткорубцовая артерия.

У 12 особей нами впервые отмечено наличие 1–2 более развитых ветвей среди других, отходящих к сетке от левой желудочно-сальниковой артерии. Мы их назвали собственно сетковыми артериями (рис. 4.)

Проведенный статистический анализ линейных показателей экстраорганных артерий сетки показал, что интенсивность роста их диаметра и длины в разные возрастные периоды неодинакова (табл. 3). Наиболее интенсивный рост всех артерий отмечается до 6–12-месячного возраста. Относительный прирост линейных показателей сосудов варьирует в пределах 45–50% при высоком уровне вероятности (P ≥ 0,999). Относительный рост длины сосудов несколько опережает рост их диаметра – в среднем в 1,15–1,2 раза и составляет 50–66% (P ≥ 0,99). Среди всех артерий наибольший прирост дают общая левая желудочная, сеткорубцовая, правая и левая рубцовые артерии. Их длина за полгода увеличивается в 1,5–1,8 раза, что обусловлено интенсивным развитием рубца в этот период в связи с переходом маралов на растительный тип питания.

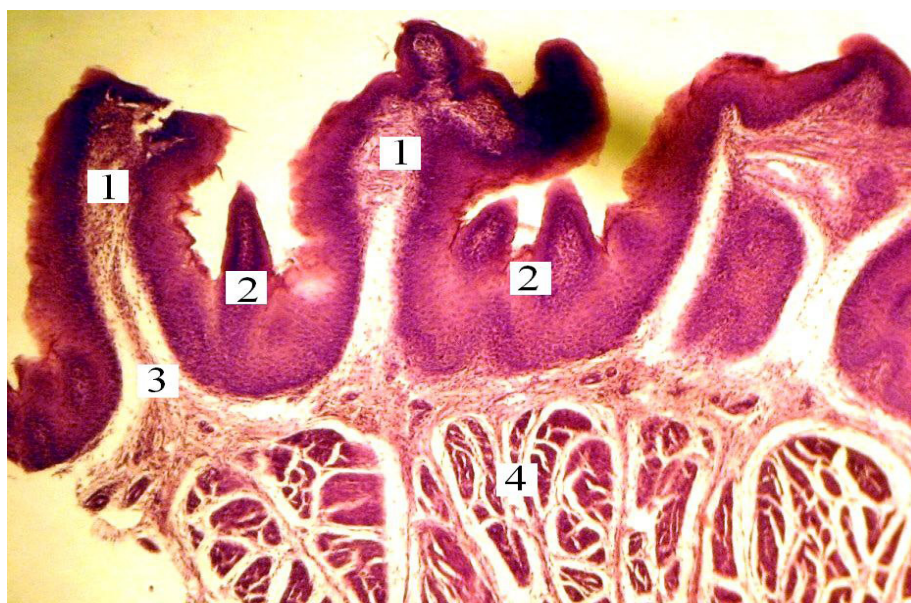


Рис. 3. Слизистая оболочка сетки новорожденного марала. Ув. 40 раз.

1 – перегородки ячеек; 2 – формирующиеся боковые сосочки; 3 – мышечная пластинка слизистой оболочки; 4 – циркулярный мышечный слой

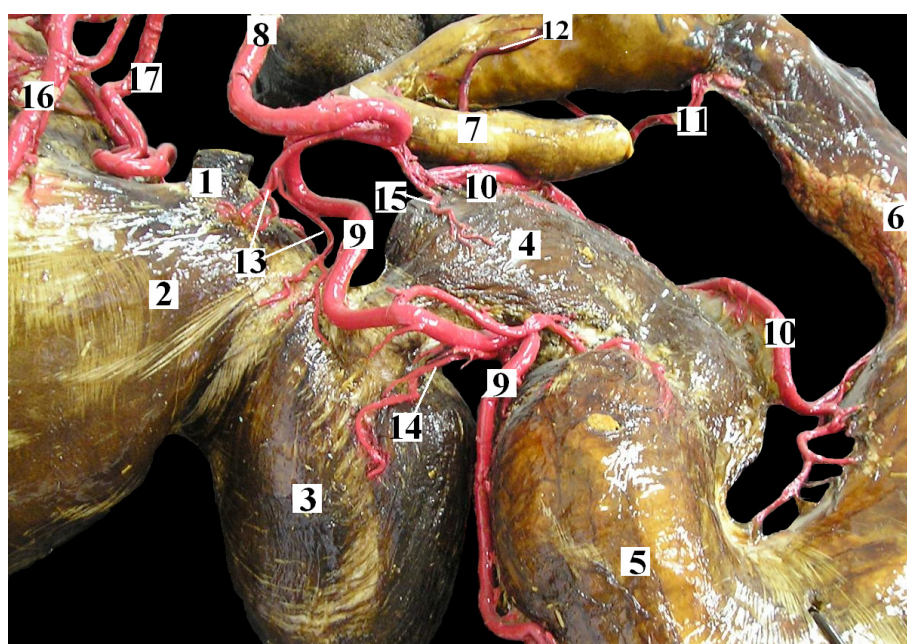


Рис. 4. Экстраорганное кровоснабжение сетки марала в возрасте 6 лет. Инъекция сосудов затвердевающими массами, препарирование.

1 – конец пищевода; 2 – преддверие рубца; 3 – сетка; 4 – книжка; 5 – сычуг; 6 – пилорус; 7 – начало двенадцатиперстной кишки; 8 – общая желудочная артерия; 9 – левая желудочно-сальниковая артерия; 10 – левая желудочная артерия; 11 – правая желудочная артерия; 12 – правая желудочно-сальниковая артерия; 13 – ветви сеткорубцовой артерии; 14 – ветви собственно сетковой артерии; 15 – артерия книжки; 16 – правая рубцовая артерия; 17 – селезеночная артерия

Линейные показатели артерий сетки у маралов (M ± m)

| Артерия                      | Возраст       |               |               |              |             |               |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------|---------------|
|                              | Новорожденные | 6–12 мес      | 18–24 мес     | 2,5–4 года   | 5–10 лет    | старше 10 лет |
| <i>Диаметр, мм</i>           |               |               |               |              |             |               |
| Левая желудочная             | 1,81±0,03     | 2,90±0,02**   | 4,05±0,01***  | 4,46±0,07*   | 5,04±0,38   | 5,10±0,02     |
| Левая желудочно-сальниковая  | 1,67±0,04     | 2,60±0,15***  | 3,65±0,05***  | 4,38±0,07**  | 4,95±0,15   | 5,00±0,03     |
| Правая желудочная            | 1,46±0,01     | 2,20±0,01***  | 3,07±0,01***  | 3,69±0,02*   | 4,18±0,09   | 4,20±0,01     |
| Правая желудочно-сальниковая | 1,63±0,04     | 2,4±0,18***   | 3,36±0,09***  | 4,02±0,03*   | 4,55±0,24   | 4,58±0,02     |
| Сеткорубцовая                | 0,55±0,03     | 1,20±0,04***  | 1,70±0,09**   | 2,17±0,14**  | 2,46±0,02   | 2,48±0,15     |
| Собственно сетковая          | 0,40±0,01     | 1,10±0,05***  | 1,45±0,11**   | 1,94±0,21**  | 2,33±0,25   | 2,40±0,09     |
| <i>Длина, см</i>             |               |               |               |              |             |               |
| Левая желудочная             | 11,00±2,14    | 17,70±1,8***  | 24,10±2,02*** | 29,20±1,05** | 33,00±0,29* | 33,80±1,48    |
| Левая желудочно-сальниковая  | 11,20±1,23    | 18,30±2,00*** | 25,80±0,90*** | 31,50±2,80** | 35,60±1,74* | 35,40±1,05    |
| Правая желудочная            | 8,40±0,55     | 13,50±0,90*** | 18,40±2,05**  | 22,10±1,90** | 25,00±0,97  | 24,80±2,50    |
| Правая желудочно-сальниковая | 10,50±1,05    | 16,80±1,30*** | 22,90±1,70*** | 27,60±1,24** | 31,20±0,43* | 32,00±2,01    |
| Сеткорубцовая                | 2,72±0,23     | 4,20± 0,10*** | 5,93±0,09**   | 7,18±0,48**  | 8,12±0,27   | 8,19±0,45     |
| Собственно сетковая          | 2,18±0,12     | 3,40±0,04***  | 5,30±0,19***  | 6,56±0,45**  | 7,22±0,15   | 7,31±0,25     |

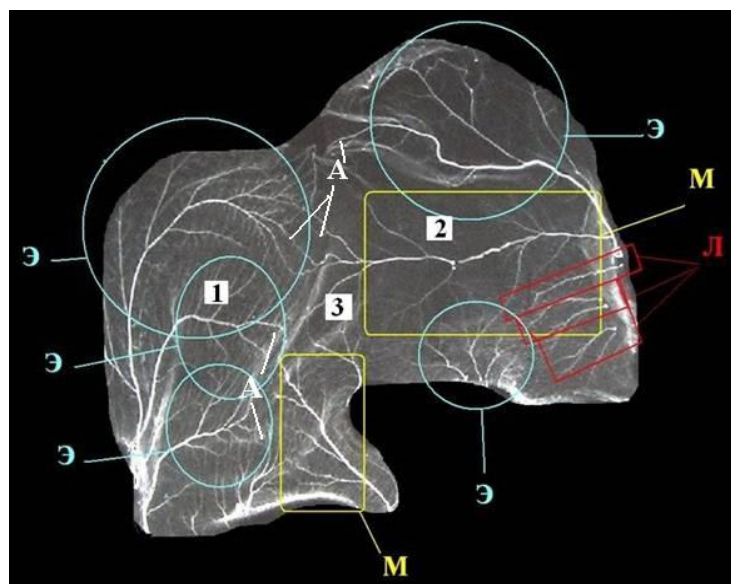


Рис. 5. Интраорганные артерии сетки (фоторентгенограмма развернутого в плоскости препарата, марал в возрасте 2,5 года):

1 – правая сторона сетки; 2 – левая сторона; 3 – свободная поверхность органа; Л – лепто-, М – мезо-, Э – эвриартерии; А – анастомозы

Некоторыми авторами установлено, что уровень гемодинамики внутри органа тесно связан с характером архитектоники интраорганных сосудов [2, 3].

У маралов в сетке преобладают эвриареальные артерии – 50% и почти в равных соотношениях находятся лепто- и мезоареальные сосуды – 27 и 23% соответственно. Имеются выраженные противоположные межрусловые термино-терминальные анастомозы.

### ВЫВОДЫ

1. Развитие сетки, как и других камер желудка, у маралов имеет неравномерный волнообразный характер. Наибольший прирост макро- и микропоказателей наблюдается в первые ме-

сяцы жизни, а также в весенне-летний период. К 6–8-месячному возрасту сетка топографически занимает положение, характерное для взрослых животных. Среди оболочек стенки сетки наибольшей энергией роста обладают слизистая и мышечная.

2. Основными источниками кровоснабжения сетки у маралов являются сосуды, характерные для большинства жвачных животных [4, 9], вместе с тем у маралов отмечено наличие хорошо развитых собственно сетковых артерий.
3. Преобладание эвриареальных интраорганных сосудов указывает на относительно замедленные гемодинамические и обменные процессы, происходящие в стенке органа у маралов старших возрастов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Георгиевский В. И.* Физиология сельскохозяйственных животных.– М.: Агропромиздат, 1990.– С. 314–319.
2. *Алаев А. Н.* Внутрстеночные артерии желудочно-кишечного тракта плотоядных и травоядных животных // *Строение, кровоснабжение и иннервация внутренних органов: сб. науч. тр.*– Волгоград, 1961.– С. 251–254.
3. *Касаткин С. Н.* Новые данные по анатомии кровеносных сосудов пищеварительного тракта человека и животных // Там же.– С. 5–58.
4. *Груздев П. В., Губанова Г. Н.* Ветвление чревной артерии коз придонской породы // *Функциональная, возрастная и экологическая морфология внутренних органов, сердечно-сосудистой и нервной систем жвачных животных: сб. науч. тр.*– М., 1988.– С. 84–87.
5. *Васильев К. А.* Морфофункциональная характеристика онтогенеза яка по периодам развития.– Улан-Удэ, 1991.– 221 с.
6. *Вишневская М. Д.* Закономерности роста желудочно-кишечного тракта в онтогенезе у крупного рогатого скота // *Животноводство.*– 1960.– № 7.– С. 56–57.
7. *Давлетова Л. В.* Биология развития органов пищеварения жвачных и всеядных животных.– М.: Наука, 1974.– 136 с.
8. *Чебаков С. Н., Малофеев Ю. М., Мишина О. С.* Способ подготовки кровеносных сосудов к исследованиям с использованием монтажной пены // *Рацпредложение.*– Барнаул, АГАУ, 2000.– № 225.– 4 с.
9. *Ellenberger W., Baum H.* Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere.– Berlin, 1943.– 520 s.

### FORE STOMACH MORPHOLOGY AND BLOOD SUPPLY IN POSTNATAL ONTOGENESIS OF SIBERIAN STAG

S. N. Chebakov

*Key words:* Siberian stags, gastric, grid, morphology, blood supply

*The paper describes age characteristics of topography, macro-, micromorphology of the fore stomach of multichamber gastric in Siberian stags, which is of importance for developing the ideas about the organ concerned in the norm and pathology. It also indicates that the growth of the organ is variable, so are the layers of its wall. Characteristics of extra- and intraorgan blood supply for the fore stomach are examined.*

## МЕХАНИЗАЦИЯ

УДК 530.17:621.30

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИНТЕЗ ПРИНЦИПОВ ДЕЙСТВИЯ  
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

А. Ф. Алейников, доктор технических наук  
Сибирский физико-технический институт аграрных  
проблем Россельхозакадемии  
E-mail: fti2009@yandex.ru

*Ключевые слова:* синтез, принцип действия, энергия, вещество, алгоритм, преобразование

*Предложена методика автоматизированного синтеза новых патентоспособных принципов действия различных технических средств: датчиков, тепловых преобразователей и др. Разработаны и формализованы компоненты баз данных физических эффектов и материалов, где они проявляются, а также базы данных для внесения известных принципов действия. Создан комплекс программ для проведения синтеза новых принципов действия и предложены критерии – ограничения для его проведения. Приведены полученные результаты испытания методики и созданного комплекса программ.*

В последнее время резко сократилась разработка и производство технических средств (ТС) для нужд агропромышленного комплекса. Это связано с общим упадком промышленного производства, отсутствием средств финансирования у потребителей такой продукции, государственной ориентацией на использование во всех сферах народного хозяйства импортной техники. Существующее положение в какой-то мере может исправить ориентирование на создание отечественных ТС, основанных на новых эффективных принципах действия, полученных в результате их автоматизированного поиска с использованием элементов искусственного интеллекта, например, на основе теории графа Кёнига, на теории измерительных преобразователей, баз данных физических эффектов и материалов, в которых они проявляются [1–5].

Цель исследований – разработка автоматизированной системы генерирования множества вероятных принципов действия различных технических средств с возможностью эффективного выбора патентоспособных принципов действия из этого множества и достоверной оценки их пригодности для конструктивной реализации.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Под принципом действия понимается физический принцип, лежащий в основе построения ТС. Принципы действия основаны на совокупности физических явлений и эффектов и определяют стратегию будущего ТС.

Так как при разработке ТС используются результаты многих научных направлений, уровень обобщённости при синтезе их принципов должен быть достаточно высок. Для осуществления такого поиска предлагается «вещественно-энергетический» аспект обобщения [1–5]. Анализ известных методов формирования принципов действия показал, что наиболее широко используемыми на практике являлись: методы ТРИЗ; метод эвристических приемов; обобщенный эвристический метод; метод гирлянд ассоциаций и метафор; морфологические методы анализа и синтеза, такие, как метод «матриц открытия», метод десятичных матриц поиска [5]. Однако ни один из этих методов не позволял осуществить автоматизированную генерацию множества принципов действия и выявление из всей их совокупности отдельных принципов, не известных ранее.

Систематизация обобщённых величин

| Виды энергии<br>$\mathcal{E}_j$    | Обобщённые величины                 |                                   |                      |  |                                  |  |
|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|--|----------------------------------|--|
|                                    | напряже-<br>ние<br>(причина)<br>$U$ | ток<br>(следствие)<br>$I$         | заряд<br>$q$         | сопротивление<br>$R$                       | энергия<br>$\mathcal{E}$         | поток<br>энергии<br>$P$                        |
| Электри-<br>ческая $\mathcal{E}_e$ | $U$                                 | $I = dq / dt$                     | $q = C \cdot U$      | $R_e = U / I$                              | $U \cdot q$                      | $U \cdot I$                                    |
| Магнит-<br>ная $\mathcal{E}_h$     | $F_h$                               | $d\Phi / dt$                      | $\Phi = L \cdot F_h$ | $R_h = \frac{F_h}{d\Phi / dt}$             | $F_h \cdot \Phi$                 | $F_h \cdot d\Phi / dt$                         |
| Механи-<br>ческая $\mathcal{E}_f$  | $F$                                 | $v = dl / dt$                     | $l = F / D$          | $R_f = F / v$                              | $F \cdot l$                      | $F \cdot v$                                    |
| Акусти-<br>ческая $\mathcal{E}_p$  | $p$                                 | $dV / dt$                         | $V$                  | $R_p = \frac{p}{dV / dt}$                  | $p \cdot V$                      | $p \cdot dV / dt$                              |
| Тепло-<br>вая $\mathcal{E}_T$      | $\text{grad}T$                      | $v_T = \frac{d(l \cdot C_v)}{dt}$ | $l \cdot C_v$        | $R_T = \frac{\Delta T}{V \cdot \lambda}$   | $\text{grad}T \cdot l \cdot C_v$ | $\text{grad}T \cdot v_T$                       |
| Опти-<br>ческая $\mathcal{E}_i$    | $H$                                 | $v_i = \frac{d(J / E)}{dt}$       | $s = \frac{J}{E}$    | $R_i = \frac{\omega \cdot H}{s \cdot n}$   | $H \cdot s$                      | $H \cdot v_i$                                  |
| Иониза-<br>ционная $\mathcal{E}_r$ | $D_n$                               | $dm / dt$                         | $m$                  | $R_r = \frac{D_n}{dm / dt}$                | $D_n \cdot m$                    | $D_n \cdot dm / dt$                            |
| Хими-<br>ческая $\mathcal{E}_c$    | $d\chi / dt \cdot V$                | $dN / dt$                         | $N$                  | $R_c = \frac{d\chi / dt \cdot V}{dN / dt}$ | $d\chi / dt \cdot V \cdot N$     | $\frac{d\chi}{dt} \cdot V \cdot \frac{dN}{dt}$ |

Примечание.  $F_n$  – магнитодвижущая сила;  $\Phi$  – магнитный поток;  $L$  – индуктивность;  $v$  – скорость;  $l$  – перемещение;  $D$  – жёсткость;  $p$  – звуковое давление;  $V$  – объём;  $\text{grad}T$  – градиент температуры;  $\Delta T$  – приращение температуры;  $C_v$  – теплоёмкость;  $\chi$  – коэффициент теплопроводности;  $H$  – энергетическая экспозиция;  $J$  – сила света;  $E$  – энергетическая освещённость;  $D_n$  – доза излучения;  $m$  – масса;  $dm/dt$  – поток ионизирующего излучения;  $\chi$  – коэффициент диффузии;  $N$  – концентрация;  $n$  – поток фотонов.

Основные положения методики поиска структур вещественных и энергетических преобразований при синтезе ТС следующие [1–5]:

а) предполагается, что основой принципов действия технических систем являются не только традиционно рассматриваемые энергетические преобразования и обмен энергии, но и «вещественные» преобразования, происходящие в составных частях ТС. Под вещественными преобразованиями понимается изменение любых свойств материалов (веществ) при преобразованиях энергии;

б) выделяются механический, тепловой, акустический, электрический, магнитный, оптический, ионизационный и химический виды энергии;

в) все виды энергии математически афинно-подобны и могут быть описаны эквивалентными формулами;

г) все принципы действия построены на общих закономерностях преобразований видов энергии и свойств веществ;

д) в закономерностях преобразований в веществе видов энергии проявляются свойства однородности и изотропности преобразований. Под однородностью преобразований понимается равная возможность участия всех видов энергии и свойств веществ при синтезе любых ТС, а под изотропностью – равноправие всех комбинаций (сочетаний)

видов энергии и свойств веществ в выявленных алгоритмах принципов действия ТС.

Первоначально данная методика использовалась при синтезе принципов измерений датчиков [1, 3, 6–11]. При анализе эффективности синтезируемых принципов была использована теория измерительных преобразователей, представляемых в виде электрических четырёхполосников. Была произведена систематизация величин, характеризующих различные виды энергии, в которой физическим величинам придавался смысл обобщённых: напряжения, тока, заряда и сопротивления (табл. 1) [5].

Для реализации предлагаемой методики было необходимо [3–6, 12]:

- создать базы данных физических явлений (эффектов) и известных принципов преобразований в форме, удобной для машинной обработки, при условии, что описание основано на вещественных и энергетических преобразованиях, включающих сведения о свойствах веществ;
- разработать критерии и ограничения и формализовать их; формализовать известные принципы преобразователей сигналов по патентному фонду в виде рабочих алгоритмов так, как это сделано ранее с физическими эффектами;
- провести анализ взаимодействия сигналов в физических эффектах и выделить набор базовых алгоритмов, а также разработать обобщающий алгоритм возможных принципов преобразователей сигналов;
- на основе конкретных сформированных баз данных физических явлений и свойств веществ-материалов, в которых они проявляются, из обобщающего алгоритма вывести модель возможного множества принципов;
- по обоснованным или выбранным правилам провести структурный синтез преобразователей, т. е. получить возможные принципы преобразований; исключить из них известные и выделить новые принципы преобразователей;
- оценить реальность выполнения и возможность реализации нового принципа в настоящее время и разработать элементы конструктивного решения.

Анализ взаимодействия сигналов в физических эффектах позволил из большого количества рабочих алгоритмов выделить 3 базовых [3, 4, 12]:

$$A_{\mathcal{E}1} : \mathcal{E}_{вх} \Rightarrow B_{ген} \Rightarrow \mathcal{E}_{вых}$$

[энергетическое активное преобразование]; (1)

$$A_{\mathcal{E}2} : \mathcal{E}_{вх1} \Rightarrow B_n^* \Rightarrow \Delta \mathcal{E}_{вых}$$

$$\begin{array}{c} \uparrow \\ \mathcal{E}_{вх2} \end{array}$$

[энергетическое пассивное преобразование]; (2)

$$A_{B3} : B_{вх} \Rightarrow B \Rightarrow (B_{вх} \times B)_{ген} \Rightarrow \mathcal{E}_{вых}$$

[вещественное преобразование]. (3)

Например, базовый алгоритм (1) упрощённо описывает преобразования теплового вида энергии  $\mathcal{E}_T$  в электрический вид  $\mathcal{E}_e$  с термопарой  $B_{ген}$  (эффект Зеебека). Другой тип базового алгоритма (2) связан с получением разности между состоянием вещества чувствительного элемента одного из двух видов энергии до и после его воздействия. Этот алгоритм используется, например, при восприятии и преобразовании температуры  $\mathcal{E}_T$  с помощью термометров сопротивления или терморезисторов  $B_n^*$  в ЭДС ( $\mathcal{E}_e$ ). Третий базовый алгоритм (3) описывает, например, принцип действия химических преобразователей тепла [5].

Обобщающий алгоритм имеет следующий вид [12–14]:

$$\bar{A} = \{V_a^b\}_{\mathfrak{Z}=0; \langle \mathcal{E}_{вхi} = \mathcal{E}_{выхj} \rangle} \subset \{A_{\mathcal{E}1}\}, \{A_{\mathcal{E}2}\}, \{A_{B3}\},$$

где  $V_a^b$  – размещение;

$\subset$  – знак содержания множества  $\{V_a^b\}$ ;

$a$  – общее число рабочих алгоритмов в их множестве;

$b$  – число, соответствующее количеству найденных и синтезируемых из постоянно пополняемой базы физических эффектов рабочих алгоритмов, определяющих принципы измерений;

$\mathfrak{Z}$  – циклы в формируемых рабочих алгоритмах;

$\langle \mathcal{E}_{вхi} = \mathcal{E}_{выхj} \rangle$  – условие слияния однородных входных и выходных видов энергии.

Для реализации сформулированных путей поиска новых принципов действия преобразователей разработаны критерии, условно названные критериями минимизации, предпочтения и однородности [5, 14]. Критерий минимизации формализовывался путём ограничения количества И-вершин ветви дерева развернутого графа Кёнига, т. е. в синтезируемом принципе действия преобразователя сигналов. Критерий позволяет выбрать принципы действия с меньшим числом

преобразований сигналов, отличающихся от известных решений, описанных рабочими алгоритмами в соответствующей базе данных. Критерий *предпочтения* реализовывался путем выбора оператором того или иного рабочего или базового алгоритма, описывающего совокупность физических явлений в синтезируемом решении. Критерий *однородности* заключается в поиске синтезируе-

мых принципов, когда максимально используются свойства однородных или однотипных веществ (материалов), в которых проявляются физические эффекты, или входные и выходные виды энергии при преобразовании сигналов однородны по виду. При этом формализация этого критерия осуществлялась выбором только тех принципов, которые проявляются в конкретном материале – веществе.

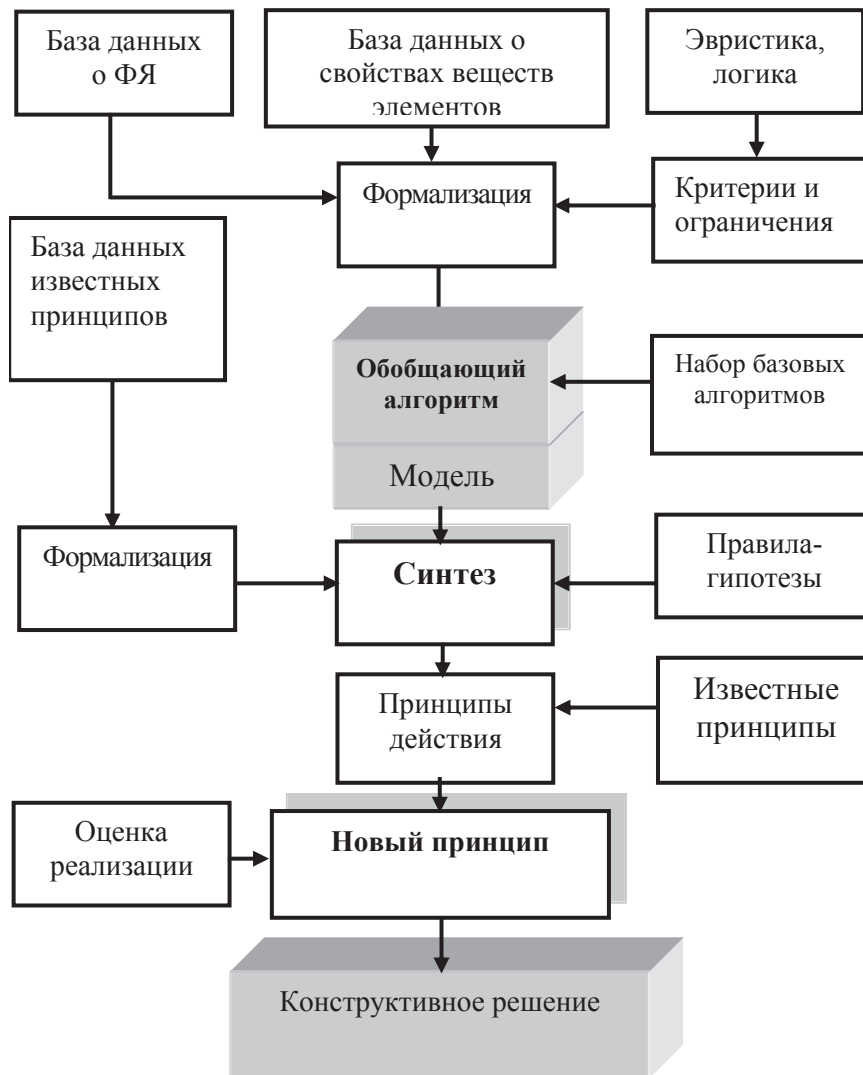


Рис. 1. Структурная схема модулей программного комплекса

Для автоматизированного синтеза принципов действия разработан комплекс программных модулей, упрощенная структурная схема которого показана на рис. 1 [5–10]. В качестве инструментального средства программирования выбран язык Web-программирования PHP [15]. Он обладает специализированными средствами для работы с базами данных MySQL, удобен и надёжен [13–14].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате поиска были синтезированы принципы действия 20 одномерных и многомерных датчиков неэлектрических величин, 6 способов измерения влажности почвы и площади листьев, которые в дальнейшем получили правовую охрану в виде патентов и авторских свидетельств [4, 6–13]. Например, новый синтезированный

принцип действия многомерного датчика, представленного на рис. 2, следующий. Изменение давления среды приводит к перемещению мембраны 5 и радиуса световода 8, что изменяет его светопропускание, которое регистрируется фотоприёмником 2. Импульс ультрафиолетового излучения источника 4 через световод 6 вызывает свечение люминофора 7 (серно-кислый гадолиний),

скорость затухания которого однозначно зависит от температуры. Эти изменения регистрируются приёмником излучения 15. Аналогичным образом импульс излучения источника 4 через световод 9 поступает на слой люминофора 10 (4-хлор-2-сульфобензолацетофенон), интенсивность излучения которого зависит от влажности воздуха, которая регистрируется приёмником излучения 12.

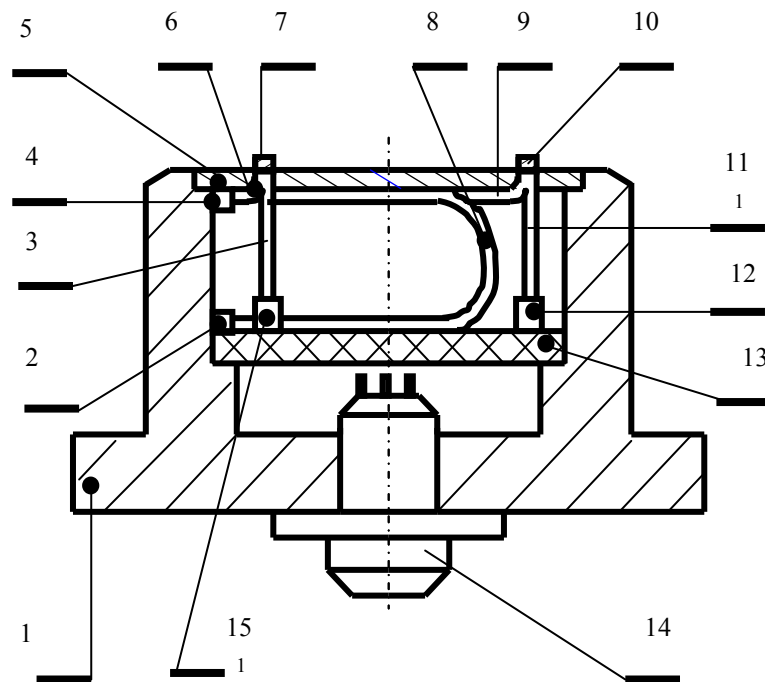


Рис. 2. Конструкция датчика давления, температуры и относительной влажности воздуха:

1 – корпус; 2, 12, 15 – приёмники излучения; 3, 6, 8, 9, 11 – волоконные световоды; 4 – источник излучения; 5 – мембрана; 7, 10 – слой люминофора; 13 – основание; 14 – разъём

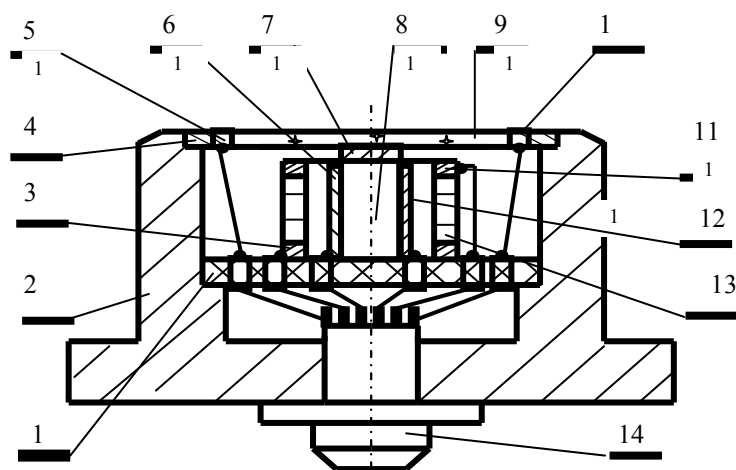


Рис. 3. Конструкция датчика для измерения давления, температуры и энергии электромагнитного излучения:

1 – основание; 2 – корпус; 3, 11 – электроды кольцевого пьезоэлемента 13; 4 – мембрана; 5, 10 – электроды электрооптического затвора 9; 6, 12 – электроды чувствительного элемента; 7 – слой вещества, поглощающего энергию электромагнитного излучения; 8 – пьезокерамика  $Ba_2 TiO_3$ ; 14 – электрический разъём

При измерении температуры многомерным датчиком (см. рис. 3) на кольцевой пьезоэлемент 10 подаётся напряжение. Тот за счёт обратного пьезоэффекта отгибает мембрану 4 (исключая воздействия давления), и значение заряда пьезо-керамики 8 несёт информацию о температуре среды. При измерении светового потока на электроды 5, 10 электрооптического затвора 9 подаётся напряжение, и энергия светового потока через затвор разогревает элементы 7, 8. При этом максимальное значение скорости изменения заряда на пьезоэлементе 8 несёт информацию об интенсивности светового потока. При измерении же давления напряжение с затвора 9 снимается, доступ светового потока прекращается, пьезоэлемент 8 охлаждается до температуры внешней среды.

Измеряемое давление через мембрану 4 воздействует на пьезоэлемент 8, вызывая появление на его электродах 6, 12 электрических зарядов, значение которых соответствует изменению давления.

Эти методика и алгоритм использовались в дальнейшем при синтезе принципов тепловых преобразователей энергии [12–16], в т. ч. и двигателей [15]. Например, был описан и формализован алгоритм работы двигателя, основанного на последовательности четырех рабочих тактов (цикл Карно). Двигатель состоит из цилиндра  $B_3$ , заполненного рабочим веществом  $B_2$  (вода) и снабжённого поршнем  $B_4$ . Цилиндр приводится в контакт с нагревателем  $\mathcal{E}_{T1}$  (в котором сгорает топливо  $B_1$  с запасённой в нём солнечной энергией  $\mathcal{E}_j$ ) и холодильником  $\mathcal{E}_{T2}$ . В результате нагрева рабочего вещества  $B_2$  оно видоизменяется в  $B_{2*}$  (переходит в газообразное состояние – пар). В цилиндре увеличивается давление  $\mathcal{E}_{F1}$ , которое приводит в движение  $\mathcal{E}_{F2}$  поршень  $B_4$ . При контакте с холодильником  $\mathcal{E}_{T2}$  рабочее вещество  $B_{2*}$  также видоизменяется в  $B_2$ , переходит в жидкое состояние; давление  $\mathcal{E}_{F1}$  уменьшается и поршень перемещается в исходное состояние. Элементы и формальное описание вещественно-энергетических преобразований двигателя представлены в выражении

$$B_1 \Rightarrow \mathcal{E}_{T1} \Rightarrow B_2 \times B_3 \Rightarrow B_{2*} \times B_3 \Leftrightarrow \mathcal{E}_{F1} \Leftrightarrow B_4 \Leftrightarrow \mathcal{E}_{F2}.$$

$$\uparrow$$

$$\mathcal{E}_{T2}$$

(4)

Даже при изменении принципа извлечения солнечной энергии  $\mathcal{E}_j$  для нагрева  $\mathcal{E}_{T1}$  рабочего вещества  $B_2$ , например, с помощью линзы  $B_1$  (4), может быть синтезирован другой принцип действия двигателя, предназначенный для работы, например, в горных районах или на Крайнем Севере с использованием естественных источников энергии [15].

На рис. 4 приведён один из вариантов двигателя-генератора, реализованный по этому изменению и поясняющий принцип действия. В исходном состоянии до охлаждения рабочего тела  $B_2$  (дистиллированная вода, солевой её раствор и т.п.), линза 9 ( $B_1$ ) закрыта от действия солнечных лучей  $\mathcal{E}_j$  экраном 11, как это показано на рисунке. Хладопоток окружающей среды  $\mathcal{E}_{T2}$  через торец 6 теплопроводной камеры 7 передаётся к одной из камер поршня 3 ( $B_4$ ) и слою пористого материала (полиуретана) 4, где начинается кристаллизация рабочего тела. Пенополиуретан 4 выполняет роль центров кристаллизации и обеспечивает уплотнение поршня во время рабочего хода за счёт расклинивающего эффекта. При полной кристаллизации рабочего тела, например, воды, его объём увеличивается на 11%, что приводит к большому избыточному давлению  $\mathcal{E}_{F1}$  в камере – до 2500 кгс/см<sup>2</sup>. Поршень 3 перемещается и через общий шток 2 с помощью другого поршня 18 сжимает во второй камере вещество с упругими свойствами и приводит в движение шестерню 20 приводного механизма повышающего редуктора 14.

Выходной вал редуктора оканчивается конической полумуфтой входящего в идентичную коническую выемку махового колеса, состоит из двух подпружиненных симметричных половин и обеспечивает их перемещение перпендикулярно оси вала отбора мощности (на рис. 4 не показан). Оптический экран 11 через «разноплечий» рычаг 10 связан со штоком 2. Поэтому с момента кристаллизации экран перемещается в направлении, обратном движению поршней со штоком. Прорезь 12 оптического экрана 11 устанавливается напротив полуцилиндрической линзы 9, открывая доступ к ней световых лучей. Солнечная энергия через линзу концентрируется в области нахождения рабочего тела 5, осуществляя его нагрев через теплопроводные стенки камеры 7. Под воздействием солнечной энергии рабочее тело оттаивает, возвращаясь к исходному объёму.

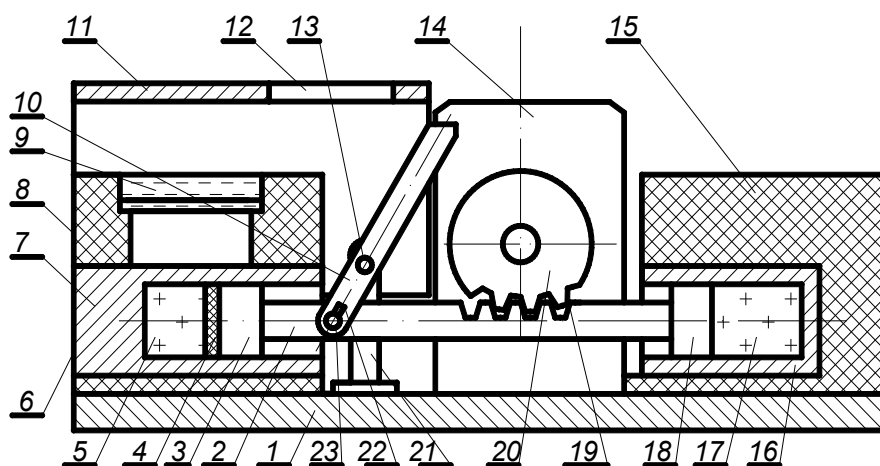


Рис. 4. Преобразователь тепловой энергии:

1 – основание; 2 – шток с реечным соединением 19; 3, 18 – поршни; 4 – слой пористого материала; 5 – рабочее тело; 6 – теплопроводный торец первой камеры 7; 8, 15 – теплоизоляционные кожухи; 9 – полуцилиндрическая линза; 10 – рычаг оптического экрана 11 с прорезью 12 и осью крепления 13 на кронштейне 21; 14 – повышающий редуктор с приводной шестерней 20; 17 – вещество с упругими свойствами (пружина); 18 – вторая камера; 22 – прорезь конца рычага 10, закреплённого с помощью оси 23

Запасённая потенциальная энергия вещества с упругими свойствами 17, например, пружины, переходит в кинетическую, что приводит к перемещению поршней 3, 18 с общим штоком 2 в противоположную сторону. Экран 11 устанавливается в исходное состояние, перекрывая поток солнечной энергии; редуктор и маховое колесо раскручиваются в противоположном направлении, рабочее тело охлаждается, и цикл повторяется.

### ВЫВОДЫ

1. Разработаны и формализованы компоненты баз данных физических эффектов и материалов, где они проявляются, а также базы данных для внесения известных принципов действия ТС. Структура комплекса программ позволяет оптимизировать алгоритм выбора
2. Результаты испытаний комплекса программ показали эффективность и перспективность применения методики для синтеза принципов действия разнообразных ТС. Полученные технические решения ТС защищены 32 патентами и авторскими свидетельствами.
3. Комплекс программ может быть использован для развития творческих способностей студентов вузов при обучении.

эффективного принципа действия ТС, так как при синтезе нового решения происходит проверка его новизны. Формализованы критерии для проведения автоматизированного структурного синтеза преобразователей сигналов: минимизации, предпочтения и однородности и разработан комплекс программ автоматизированного синтеза принципов действия ТС.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алейников А.Ф., Цапенко М.П. Автоматизация выбора физических явлений многофункциональных датчиков // Приборы и системы управления.– 1990.– № 4.– С. 27–29.
2. Харкевич А.А. Теория электроакустических преобразователей // Избранные труды.– М.: Наука, 1973.– Т.1: Волновые процессы.– 400 с.
3. Алейников А.Ф. Структурный синтез принципов и средств измерений // Вестн. Россельхозакадемии.– 1996.– № 2.– С. 124–134.
4. Алейников А.Ф. Методика поиска методов и принципов измерений // Сиб. науч. вестн.– 1998.– № 2.– С. 271–274.
5. Алейников А.Ф. Вещественные и энергетические преобразования измерительных сигналов (Теоретические основы и их применение): автореф. дис. ... д-ра техн. наук.– Новосибирск, 1997.– 56 с.

6. Алейников А. Ф. Многомерные датчики // Сиб. науч. вестн.– 1999.– № 3.– С. 315–322.
7. Алейников А. Ф. Чувствительные элементы на основе семян растений // Там же. – С. 322–325.
8. Алейников А. Ф. Многофункциональный датчик атмосферного давления и температуры воздуха // Измерительная техника.– 2000.– № 1.– С. 31–32.
9. Алейников А. Ф. Метрологические характеристики многоступенчатых датчиков // Сиб. науч. вестн.– 2001.– № 4.– С. 204–207.
10. Алейников А. Ф. Многоступенчатые датчики в измерительной технике // Там же. – С. 207–213.
11. Алейников А. Ф. Трёхмерные датчики // Там же.– 2002.– № 5.– С. 213–219.
12. Алейников А. Ф. Теплотроника как альтернатива применению микроэлектроники в экстремальных условиях // Там же.– 1998.– № 2.– С. 266–271.
13. Алейников А.Ф., Морозов Ю.В., Чаплина М.А. Алгоритм синтеза нанопреобразователей тепловых сигналов // Там же.– 2008.– № 11.– С. 204–207.
14. Алейников А. Ф. Автоматизированный поиск принципов действия логических тепловых элементов // Там же.– 2010.– № 13.– С. 240–246.
15. Автоматизированный поиск преобразователей сигнала (развёртывание графа И-ИЛИ возможных решений): Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2009614043; № 2009612861. / А.Ф. Алейников, Ю.В. Морозов, Д.И. Чанышев, М.А. Чаплина.– Заявл. 08.06.2009; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ от 30.07.2009.
16. Алейников А. Ф. Преобразователь естественных источников тепловой энергии в механическую и электрическую энергию // Сиб. науч. вестн.– 2008.– № . 11 – С. 200–203.

### AUTOMATED SYNTHESIS OF THE PRINCIPLES OF TECHNICAL MEANS OPERATION

**A. F. Aleinikov**

*Key words:* synthesis, principle of operation, energy, substance, algorithm, conversion

*The paper proposes the procedure of automated synthesis of new patentable principles of various technical means operation: gauges, thermal converters, etc. It develops and formalizes components of databases of physical effects and stuffs, where they manifest themselves, as well as the database for the common principles of operation to be introduced. The complex of programs is set up to carry out the synthesis of the new principles of operation and criteria are suggested restricting the synthesis carrying out.*

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ПАЙКЕ РЕЗЦОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ НАПЛАВЛЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

<sup>1</sup>А. В. Валентов, старший преподаватель

<sup>2</sup>В. В. Коноводов, кандидат технических наук

<sup>2</sup>Е. В. Агафонова, старший преподаватель

<sup>1</sup>Юргинский технологический институт (филиал)

Национального исследовательского

Томского политехнического университета

<sup>2</sup>Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: valentov@mail.ru

*Ключевые слова:* пайка резцов, остаточные и эксплуатационные напряжения, железоуглеродистый припой

*Выполнен расчет напряжений в пластинке плоской формы и представлены результаты лабораторных испытаний резцов, паянных на железоуглеродистый припой. По результатам расчетов подобраны оптимальные размерные параметры припоя, за счет чего достигнуто снижение количества брака при пайке токарных резцов.*

Способность инструмента выполнять свои функции во многом определяется реальными дефектами, которые возникают в процессе его формирования [1]. К наиболее опасным дефектам относят поры, включения инородных элементов, структурную неоднородность, разнотерность, микро- и макротрещины.

Целью нашего исследования является прогнозирование остаточных и эксплуатационных напряжений при пайке резцов на железоуглеродистый припой.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Объектом исследования являются процессы образования остаточных и эксплуатационных напряжений при пайке резцов безвольфрамового твердого сплава на железоуглеродистый припой.

Напряжения, возникающие в процессе формирования инструмента и его эксплуатации, могут привести к следующим последствиям:

- снижение прочности сцепления припоя и инструментального материала;
- ухудшение физико-механических свойств припоя и композиции «инструментальный материал – припой – корпус инструмента в целом»;
- формирование опасных внутренних микротрещин, способных при эксплуатационных нагрузках привести к разрушению инструмента.

Для оценки остаточных и эксплуатационных напряжений используют упрощенные и экспери-

ментальные методики, а также метод «конечного элемента».

Для определения напряжений, возникающих при пайке инструмента, примем следующие допущения:

- припой «идеально» совмещен с инструментальным материалом, смещений между ними не возникает;
- материалы припоя и инструмента анизотропны и подчиняются закону Гука;
- напряжения по длине контакта одинаковы.

Тогда полную деформацию можно записать в следующем виде [1]:

$$E_{полн.} = (\varepsilon_{ТС} + \varepsilon_{П}) \frac{h_{ТС} E_{П}}{h_{ТС} E_{ТС} + h_{П} E_{П}}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_{ТС} + \varepsilon_{П}$  – полная деформация после процесса пайки;

$h_{ТС}$  и  $h_{П}$  – толщина пластинки твердого сплава и припоя соответственно;

$E_{ТС}$  и  $E_{П}$  – модули продольной упругости пластинки твердого сплава и припоя соответственно.

Среднее значение остаточного напряжения в пластинке может быть определено следующим выражением [1]:

$$\sigma_{o_{ТС}} = (\varepsilon_{ТС} + \varepsilon_{П}) \frac{h_{ТС} E_{П}}{h_{ТС} E_{ТС} + h_{П} E_{П}} E_{ТС}, \quad (2)$$

тогда

$$\varepsilon_{TC} + \varepsilon_{II} = \frac{P_{TC}}{bh_{TC}E_{TC}} + \frac{P_{II}}{bh_{II}E_{II}} \left( 1 + \frac{h_{TC} + h_{II}}{2\rho_{TC}} \right) + \frac{h_{TC}}{2\rho_{TC}} + \frac{h_{II}}{2\rho_{TC}} \left( 1 + \frac{h_{TC} + h_{II}}{2\rho_{TC}} \right), \quad (3)$$

где  $P_{TC}$  и  $P_{II}$  – растягивающие силы в осевом направлении;

$b$  – ширина опорной площадки под пластинкой;

$\rho_{TC}$  и  $\rho_{II}$  – радиусы кривизны пластины твердого сплава и припоя соответственно.

Так как  $P_{TC} = P_{II}$ , то можно записать следующее:

$$M_{TC} + M_{II} = \frac{P_{TC}}{2} (h_{TC} + h_{II}), \quad (4)$$

где  $M_{TC}$  и  $M_{II}$  – изгибающие моменты пластинки твердого сплава и припоя соответственно:

$$\varepsilon_{TC} + \varepsilon_{II} = \frac{h_{TC}^3 E_{TC} + h_{II}^3 E_{II}}{6\rho h_{TC} (h_{TC} + h_{II})} + \frac{h_{TC}^3 E_{TC} + h_{II}^3 E_{II}}{6\rho h_{II} E_{II} (h_{TC} + h_{II})} + \frac{h_{TC}^3 E_{TC} + h_{II}^3 E_{II}}{12\rho^2 h_{II} E_{II}} + \frac{h_{II} + h_{TC}}{2\rho}. \quad (6)$$

Подставив уравнения (4) и (5) в (6), получим:

$$\sigma_{o_{TC}} = \left[ \frac{h_{TC}^3 E_{TC} + h_{II} E_{II}}{6\rho h_{TC} (h_{TC} + h_{II})} + \frac{E_{TC} (h_{TC}^3 E_{TC} + h_{II}^3 E_{II})}{12\rho^2 (h_{II} E_{TC} + h_{II} E_{II})} + \frac{E_{TC} E_{II} h_{II} (h_{TC} + h_{II})}{2\rho (h_{TC} E_{TC} + h_{II} E_{II})} \right] \frac{1}{1 - \mu^2}, \quad (7)$$

где  $\mu$  – коэффициент Пуансона в композиции «твердый сплав – припой».

Следовательно, напряжение в пластинке плоской формы будет иметь вид:

$$\sigma_{o_{TC}} = \frac{(\alpha_{TC} + \alpha_{II})\Delta T}{\frac{1 - \mu_{TC}}{E_{TC}} + \frac{1 - \mu_{II}}{E_{II}} \cdot \frac{h_{TC}}{h_{II}}}, \quad (8)$$

где  $\alpha_{TC}$  и  $\alpha_{II}$  – коэффициенты линейного расширения материала твердого сплава и материала припоя соответственно;

$\Delta T$  – разница температуры окружающего воздуха и температуры пайки;

$\mu_{TC}$  и  $\mu_{II}$  – коэффициенты Пуансона для твердого сплава и припоя соответственно.

На основании анализа уравнений (7) и (8) можно сделать вывод о том, что согласование свойств припоя и твердого сплава, прежде всего, сводится к максимальному снижению разности коэффициентов линейного расширения  $\alpha_{TC}$  и  $\alpha_{II}$ . Однако обеспечить равенство этих коэффициентов практически невозможно, поэтому необходимо хотя бы соблюдать условие  $\alpha_{TC} < \alpha_{II}$ . В этом

$$M_{TC} = \frac{E_{TC} J_{TC}}{\rho_{TC}}; \quad M_{II} = \frac{E_{II} J_{II}}{\rho_{II}}, \quad (5)$$

где  $J_{TC}$  и  $J_{II}$  – осевые моменты инерции пластинки твердого сплава и припоя соответственно;

$E_{TC} J_{TC}$  и  $E_{II} J_{II}$  – жесткость при изгибе пластинки твердого сплава и припоя соответственно.

При  $\rho_{TC} = \rho_{II}$  уравнение (3) можно привести к виду:

случае в пластинке твердого сплава возникают напряжения сжатия, которые менее опасны с точки зрения возникновения хрупких трещин как на границе раздела «твердый сплав – припой», так и по объему твердого сплава.

К уменьшению напряжений в твердом сплаве и на границе «твердый сплав – припой» приводит и снижение величин параметров  $E_{TC}$ ,  $E_{II}$  и  $\mu_{TC}$ ,  $\mu_{II}$ , так как при этом увеличивается жесткость инструмента и его способность сопротивляться упругим и пластическим деформациям.

Особенно опасны напряжения, возникающие в твердом сплаве при резкой смене температур на контактных площадках инструмента, что характерно для прерывистых процессов резания, обработки с заметными колебаниями припуска (в частности, по наплавленной поверхности). Развивающиеся в твердом сплаве напряжения в этом случае можно оценить критерием Био [2]:

$$Bi = \frac{h_{TC} \chi}{2\lambda_{TC}}, \quad (9)$$

где  $h_{TC}$  – толщина пластинки твердого сплава;

$\chi$  – коэффициент теплообмена между окружающей средой и инструментом;

$\lambda_{TC}$  – теплопроводность твердого сплава.

Согласно критерию Био, снижение термических напряжений в твердом сплаве может быть достигнуто при росте теплопроводности твердого сплава  $\lambda_{TC}$  и инструмента в целом или уменьшении толщины пластинки.

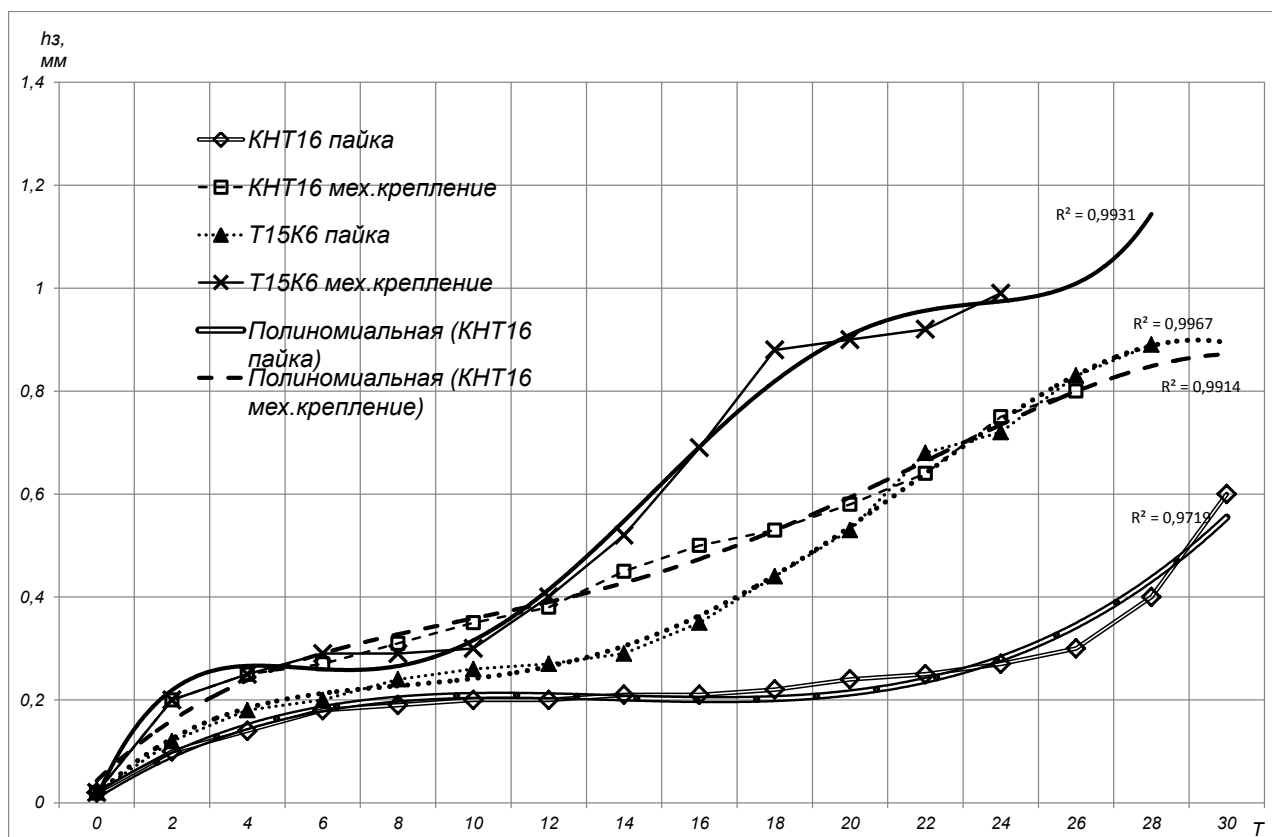
### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лабораторные испытания твердых сплавов на износостойкость, результаты которых представлены на рисунке, показали более высокую интенсивность прирабочного износа твердого сплава Т15К6  $h_3$  – до 0,4 мм по сравнению с твердым сплавом марки КНТ16  $h_3$  – до 0,2–0,22 мм в зависимости от способа крепления пластинки твердого сплава. На втором этапе износ по задней поверхности сплава КНТ16, паянного на FeC-припой, оставался практически постоянным, остальные образцы показали увеличение величины износа, особенно сильно для сплава Т15К6 с механическим креплением пластинки.

Высокая интенсивность прирабочного износа связана с наличием дефектного поверхностного слоя до 0,1 мм, связанного с результатом взаимодействия поверхности твердого сплава с воздухом и флюсом во время высокотемпературного нагрева.

Результаты испытаний подтвердили отсутствие отрицательного воздействия при кратковременной ( $\approx 45$  с) высокотемпературной (около 1180°C) пайки на режущие и прочностные характеристики твердых сплавов.

Положительным фактором тугоплавкости припоя следует считать то, что повышение температуры плавления ведет к резкому увеличению адгезии и диффузии с материалами паяемых элементов при хорошей растекаемости и смачиваемости. Это обуславливается достаточной энергией активации паяемых материалов, так как считается, что термодинамическая активность элементов становится существенно заметной только при  $T=2/3T_{пл}$  относительно температуры плавления основных компонентов [3]. При этом более тугоплавкий припой будет в большей степени сохранять свои прочностные характеристики при повышенных эксплуатационных температурах.



Результаты лабораторных испытаний на износостойкость по критерию износа задней поверхности

### ВЫВОДЫ

1. Ограничение температуры плавления инструментальных припоев (950–1100°C по разным данным) связано с отрицательным воздействием на инструмент как на соединение разнородных материалов, а не на твердый сплав как инструментальный материал.
2. В результате охлаждения в соединении, паянном на железоуглеродистый припой, разнородных материалов неизбежно возникнут напряжения, которые будут тем больше, чем выше температура кристаллизации припоя.
3. В результате применения прогнозирования эксплуатационных и остаточных напряжений снижен брак при производстве инструмента на 42 %, а при эксплуатации – более чем в 2,4 раза.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Верещака А. С.* Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями.– М.: Машиностроение, 1993.– 336 с.
2. *Аппен А. А.* Температуроустойчивые неорганические покрытия.– Л.: Химия, 1976.– 295 с.
3. *Хорунов В. Ф., Дорофеева Э. Н.* О разработке среднеплавких бессеребряных припоев // Прогрессивные методы высокотемпературной пайки: сб. науч. тр. / АН УССР. Ин-т эл. сварки им. Е. О. Патона.– Киев, 1989.– С. 5–11.

### FORECASTING RESIDUAL AND OPERATIONAL STRESSES WHEN WELDING THE CUTTERS TO TREAT THE SURFACING

**A. V. Valentov, V. V. Konovodov, E. V. Agafonova**

*Key words:* cutters, welding, residual and operational stresses, iron-carbon solder

*The paper estimates stresses in the flat-shaped plate and presents the data of laboratory tests of the cutters welded on the iron-carbon solder. Optimal size parameters of the solder are selected for the estimation data, this results in decreased wastages when welding lathe cutters.*

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СИБИРИ

<sup>1</sup>Б. Д. Докин, доктор технических наук, профессор

<sup>1</sup>С. А. Степчук, кандидат технических наук

<sup>2</sup>О. В. Ёлкин, кандидат технических наук

<sup>3</sup>М. С. Чекусов, кандидат технических наук

<sup>1</sup>Сибирский НИИ механизации и электрификации  
сельского хозяйства Россельхозакадемии

<sup>2</sup>Сибирский физико-технический институт аграрных  
проблем Россельхозакадемии

<sup>3</sup>Омский экспериментальный завод Россельхозакадемии  
E-mail: sibime@ngs.ru

**Ключевые слова:** технология,  
структура МТП, проектирующая  
система

*Приведён метод обоснования выбора технологий и технических средств с помощью универсальной проектирующей информационно-вычислительной системы при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях Сибири. Метод реализован на основе проектирующей информационно-вычислительной системы, состоящей из типовой «метамодели» объекта управления, специальной базы знаний и программно-технического обеспечения. Переход от классической технологии на базе отвальной вспашки к ресурсосберегающей на базе минимальной обработки почвы позволяет снизить стоимость машинно-тракторного парка до 40%, расхода горючего – на 30–40%. Сократить потребность в механизаторах в 2,6 раза.*

Целью «Стратегии машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года» [1] является обеспечение потребностей страны в продовольствии и сельхозсырье собственного производства, рост производительности труда не менее чем в 4 раза путем повышения продуктивности отраслей растениеводства и животноводства в 1,6–1,7 раза и увеличения валового производства сельскохозяйственной продукции в 1,9–2,0 раза.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследования – технологические процессы возделывания зерновых культур в условиях Сибири.

Выбор производился из четырех базовых технологий, разработанных СибНИИЗХим и СибИМЭ [2].

*Экстенсивные технологии* предполагают ориентацию на естественное плодородие почв без применения удобрений и других химических средств или с весьма ограниченным их использованием (урожайность 8–10 ц/га). По образному выражению академика Россельхозакадемии В. И. Кирюшина, «Это путь в никуда» [3].

*Нормальные технологии* рассчитаны на такой уровень химических средств, который позволяет осваивать почвозащитные системы земледелия, поддерживать средний уровень окультуренности почв, устранять дефицит элементов минерального питания, находящихся в критическом минимуме, и давать удовлетворительное качество продукции (12–16 ц/га).

*Интенсивные технологии* используются для получения действительно возможного урожая высокого качества в складывающихся метеорологических условиях на заданном поле. Для получения этого урожая предполагается непрерывное управление производственным процессом сельскохозяйственных культур, обеспечивающее оптимальное минеральное питание растений и защиту от вредных организмов и полегания. Интенсивные технологии предусматривают использование интенсивных сортов и создание условий для более полной реализации их биологического потенциала (20–30 ц/га).

Эти технологии могут быть на базе отвальной вспашки, на базе безотвального рыхления и на базе минимальной обработки почвы.

*Высокие технологии (управляемое земледелие)* предназначены для достижения климатически обеспеченной урожайности культуры, близкой к её биологическому потенциалу, с заданным

качеством продукции. При реализации высокоинтенсивных технологий обеспечивается максимальная интеграция агроприёмов и оптимальное использование необходимых ресурсов и техники. Наиболее полное соблюдение всех требований высокоинтенсивных технологий можно обеспечить с помощью информационных методов и прецизионной техники в рамках методологии точного земледелия (30–45 ц/га).

Для каждой технологии рассчитываются оптимальные варианты машинно-тракторного парка с точки зрения минимума эксплуатационных затрат и минимума потребности в механизаторских кадрах. Обоснование структуры МТП производится по методу сквозного просмотра вариантов годовых комплексов полевых работ [4]. В этом случае мы имеем два противоположных полюса: 1) можно работать при минимуме эксплуатационных затрат (выбирается самая дешёвая малопродуктивная техника), но это вызывает максимум потребности в механизаторских кадрах; 2) можно иметь МТП при минимуме потребности в механизаторских кадрах (в этом случае выбирается энергонасыщенная высокопроизводительная

техника), но это будет максимум эксплуатационных затрат. Производители могут выбирать МТП в интервале между этими полюсами в зависимости от того, на чем они хотят сэкономить: на эксплуатационных затратах или механизаторских кадрах.

Для выбора технологии и обоснования структуры машинно-тракторного парка была разработана универсальная проектирующая информационно-вычислительная система, состоящая из двух частей: информационного и программного обеспечения (рис. 1, 2).

За методологическую основу разработки проектирующей системы для обоснования СЭИТ принята идеология построения технологических и операционных карт, используемая как в промышленности, так и в сельском хозяйстве.

Технологическая карта в электронном виде представляется в виде «технологического» файла, содержащего поля «ключевой части» и поля «характеристической части» (рис. 3).

1. Утверждение (гипотеза): отображения всех естественных процессов развития любых объектов укладываются в конструкцию данного файла.

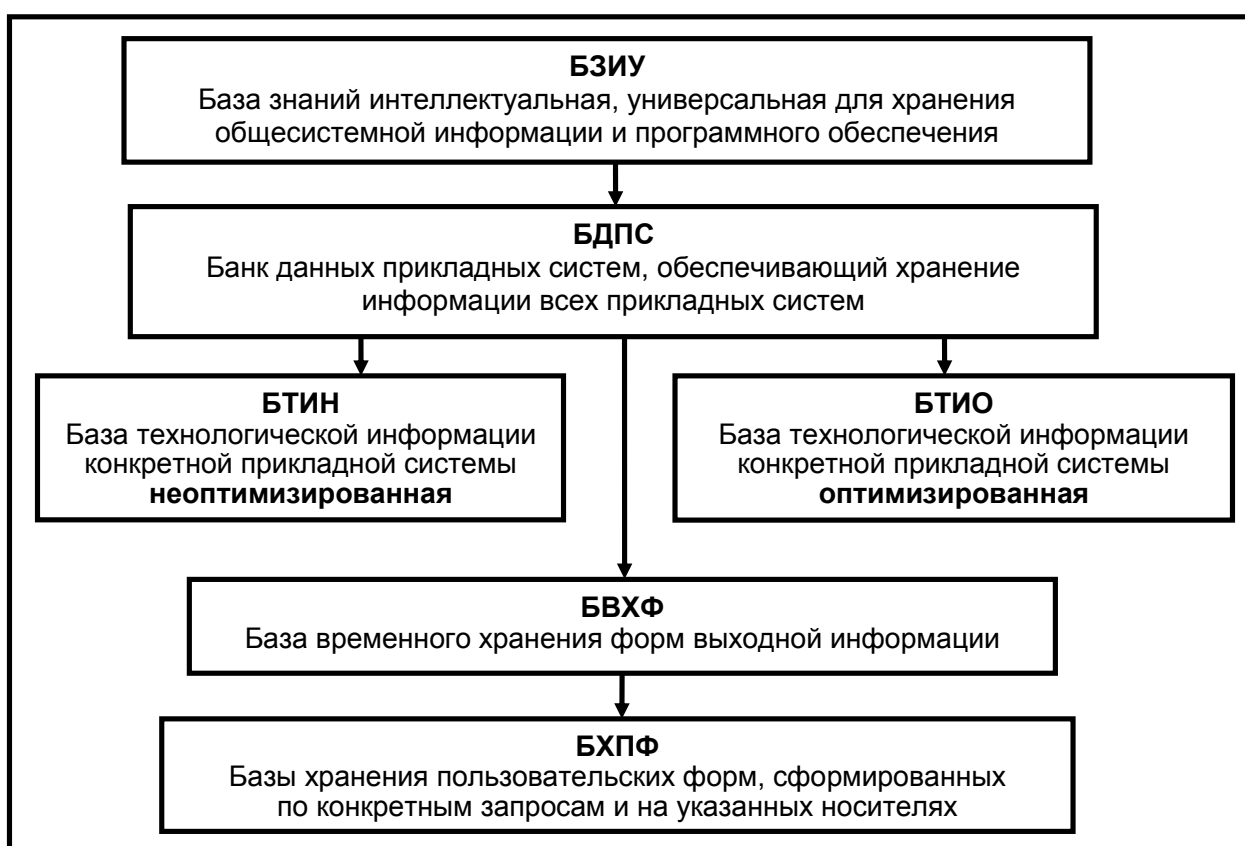


Рис. 1. Схема укрупненной информационной структуры вычислительной системы

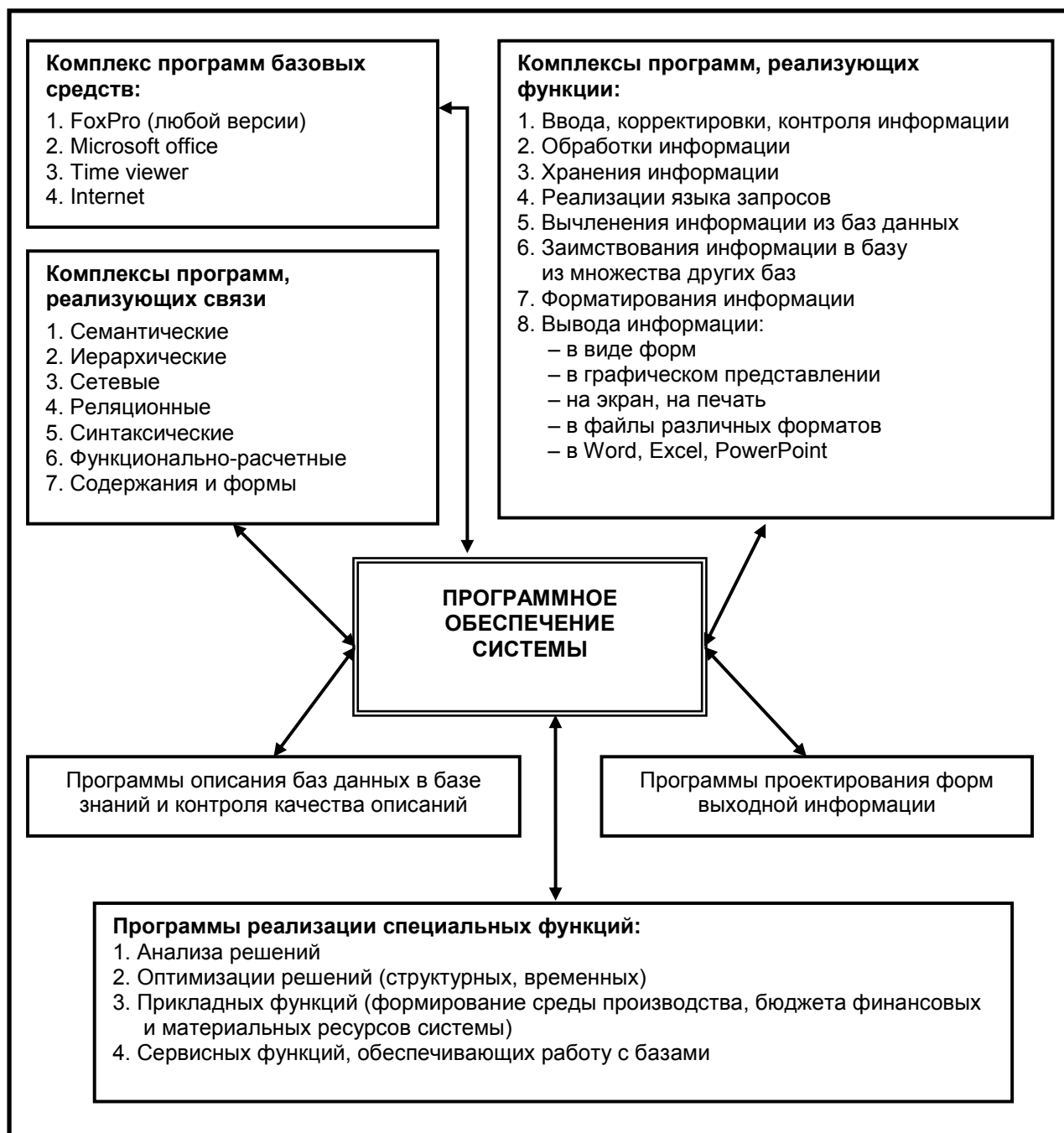


Рис. 2. Схема укрупненной структуры программного обеспечения системы

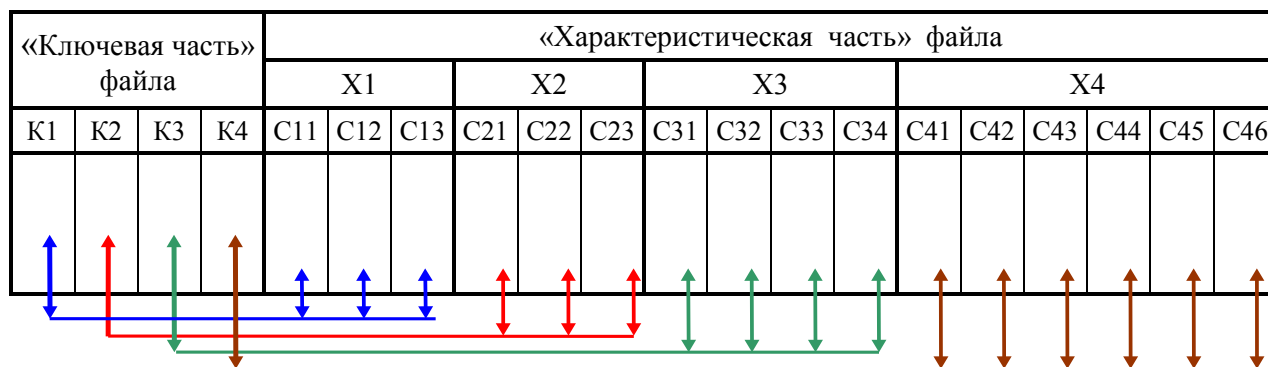
2. Отображением (описанием) экономико-математической модели развития любой системы являются данный файл и описания файлов базы знаний.

3. Научная основа решений – эффективность баланса средств производства.

4. Практическая основа решений – специально разработанный метод агрегирования средств производства.

5. Теоретической основой синтаксиса высказываний являются введенные понятия «роль ключа», «структура ключа», «парность ключей».

**Характеристика «ключевой части» технологического файла.** «Ключевая часть» технологического файла содержит поля, отображающие коды и наименования: 1) экономического объекта; 2) подразделений экономического объекта; 3) объектов труда; 4) предметов труда; 5) процессов труда; 6) операций труда; 7) объектов средств труда; 8) предметов средств труда; 9) объектов результатов труда; 10) предметов результатов труда; 11) времени (года, периода планирования).



K1, K2, K3, K4 – ключи (координаты N-мерного информационного пространства);

X1, X2, X3, X4 – характеристики ключей K1, K2, K3, K4;

C11, C12, C13 – свойства характеристики X1;

C21, C22, C23 – свойства характеристики X2;

C31, C32, C33, C34 – свойства характеристики X3;

C41, C42, C43, C44, C45, C46 – свойства характеристики X4.

Рис. 3. Принципиальная конструкция (модель) типового технологического файла

Наличие всех ключей (1–11) носит обязательный характер (характер закона) для описания развития любых экономических объектов.

Дополнительно «ключевая часть» состоит из ключей, однозначно фиксирующих отнесение содержания каждой записи к координатам контекста: 12) к определенной отрасли; 13) к определенной подотрасли; 14) к определенной агроклиматической зоне; 15) к определенной агроклиматической подзоне.

Ключи с 12-го по 15-й носят переменный, не всегда обязательный характер и могут или не применяться вообще, или дополняться. Фактически ключевых полей всегда больше в 2 раза, так как, кроме кода ключа, необходимо отобразить и наименование каждого ключа.

Обработка информации (фиксация координаты пространства) практически всегда осуществляется по коду ключа (за редким исключением, возможна фиксация координаты и по наименованию ключа). Все поля, содержащие ключи, структурированы для обеспечения отображения иерархических связей внутри каждого ключа. Все ключи «ключевой части» совместно с их структурами формируют N-мерное пространство отображения информации, описывающей экономические (технологические) объекты. Если предположить, что каждый ключ структурирован в среднем на 3 уровня, то в нашем случае N-мерное пространство выражается числом 3, возведенным в 15-ю степень, и равно 14348907. На практике это число

несколько меньше из-за неполноты пересечений ключевых множеств. Естественно, что обработка такого пространства невозможна без применения экономико-математических методов и информационных технологий.

**Содержание «характеристической части» технологического файла.** «Характеристическая часть» файла состоит из отдельных групп полей, каждая из которых связана только с единственным («своим») ключом «ключевой части». В каждой группе представлены поля, в которых отобразены значения конкретных свойств, характеризующих содержимое «своего» ключа. Значения некоторых полей заимствуются из других файлов (источников входной информации), значения других полей формируются методом вычислений по функциональным связям (формулам), которые отображаются и сохраняются в специальном файле. В расчетах могут участвовать все поля, независимо от ключевой принадлежности. Если предположить, что каждый ключ имеет характеристику в среднем из 10 показателей (полей матрицы), то в нашем случае, при 15 ключах, в «характеристической части» будет 150 полей, а весь файл будет состоять из 180 полей, большая часть из которых вычисляемая. Технологический массив, отображающий многовариантные способы обработки только одного поля в зернопроизводстве, содержит 200–500 записей, а матрица имеет размер ориентировочно 200×200. При большем количестве полей объем вычислений, естествен-

Состав и стоимость парка машин при интенсивной технологии

| Марка машины                       | Количество машин и стоимость парка |                 |            |                |            |                | Стоимость<br>1 шт., тыс. руб. |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------|------------|----------------|------------|----------------|-------------------------------|
|                                    | шт.                                | тыс. руб.       | шт.        | тыс. руб.      | шт.        | тыс. руб.      |                               |
| Тракторы                           |                                    |                 |            |                |            |                |                               |
| К-744Р1 (300 л.с.)                 | 14                                 | 64680,0         |            |                |            |                | 4620,0                        |
| ХТЗ-150К09 (175 л.с.)              |                                    |                 | 17         | 33915,0        |            |                | 1995,0                        |
| ДТ-75М                             |                                    |                 |            |                | 26         | 25376,0        | 976,0                         |
| МТЗ-82                             | 18                                 | 11430,0         | 18         | 11430,0        | 18         | 11430,0        | 635,0                         |
| Сцепки                             |                                    |                 |            |                |            |                |                               |
| СП-16А                             |                                    |                 |            |                | 9          | 2625,4         | 291,7                         |
| СУ-10                              | 4                                  | 644,0           | 7          | 1127,0         | 10         | 1610,0         | 161,0                         |
| Сельхозмашины                      |                                    |                 |            |                |            |                |                               |
| БЗТС-1,0                           |                                    |                 |            |                | 168        | 336,0          | 2,0                           |
| ПЛН-8-35                           | 14                                 | 2520,0          |            |                |            |                | 180,0                         |
| ПЛН-5-35                           |                                    |                 | 17         | 1394,0         |            |                | 82,0                          |
| ПЛН-4-35                           |                                    |                 |            |                | 26         | 1768,0         | 68,0                          |
| СЗП-3,6Б                           | 12                                 | 4104,0          | 21         | 7182,0         | 27         | 9234,0         | 342,0                         |
| ГВВ-6                              | 4                                  | 352,0           | 4          | 352,0          | 4          | 352,0          | 88,0                          |
| Заря 2000-ОП-02*                   | 18                                 | 5220,0          | 18         | 5220,0         | 18         | 5220,0         | 290,0                         |
| КРН-2,1                            | 9                                  | 1170,0          | 9          | 1170,0         | 9          | 1170,0         | 130,0                         |
| ЛДГ-15Б                            | 2                                  | 942,0           | 2          | 942,0          |            |                | 471,0                         |
| ЛДГ-10Б                            |                                    |                 |            |                | 4          | 1136,0         | 284,0                         |
| АПК-10,8                           | 5                                  | 4900,0          |            |                |            |                | 980,0                         |
| АПК-7,2                            |                                    |                 | 7          | 3955,0         |            |                | 565,0                         |
| АПК-5,7                            |                                    |                 |            |                | 9          | 4887,0         | 543,0                         |
| БСП-15 Бригантина                  |                                    |                 | 4          | 3320,0         |            |                | 830,0                         |
| БСП-21 Бригантина                  | 4                                  | 3560,0          |            |                |            |                | 890,0                         |
| ПРФ-750                            | 6                                  | 2841,5          | 6          | 2841,5         | 6          | 2841,5         | 473,6                         |
| <b>Итого:</b>                      | <b>110</b>                         | <b>102363,5</b> | <b>130</b> | <b>72848,5</b> | <b>334</b> | <b>67985,9</b> |                               |
| Количество механизаторов, чел.     |                                    | 32              |            | 35             |            | 44             |                               |
| Эксплуатационные затраты, млн руб. |                                    | 33,882          |            | 25,172         |            | 21,856         |                               |

\* Опрыскиватель.

но, большой, и их невозможно выполнить без применения экономико-математических методов, информационных технологий. Следует отметить, что характеристика любого ключа может пополняться любым количеством свойств (полей), но может быть и «вырожденной», т. е. она может не иметь ни одного характеристического поля.

Наибольшие трудности (в том числе временные) доставляет процесс заимствования информации в технологический файл из других файлов. Процесс вычислений функциональных значений матрицы осуществляется проще и существенно быстрее, нежели перенос информации из одних файлов в другие. Экспериментальные работы, проведенные авторами, показали, что на «рядовых» компьютерах разрешение матрицы осуществляется за 1–2 мин, а перенос информации из входных файлов в «технологический файл» осу-

ществляется за 3–10 мин. Полный цикл формирования и разрешения технологической матрицы занимает 10–20 мин.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для ФГУОП «Кремлёвское» (площадь пашни – 11660 га, зерновые – 5906, однолетние травы – 1751, многолетние травы – 2268, пары – 1735 га) были проведены расчеты по обоснованию структуры МТП для интенсивной технологии на базе отвальной вспашки и на базе минимальной обработки почвы.

По интенсивной технологии на базе отвальной вспашки требовалось либо 14 тракторов К-744Р1 (300 л.с.) и 33,88 млн руб. эксплуатационных затрат, при этом стоимость парка машин –

Таблица 2

Состав и стоимость парка машин при интенсивной технологии (на базе минимальной обработки)

| Марка машины                       | Количество машин и стоимость парка |           |     |           |     |           |     |           |     |           |         |           | Стоимость 1 шт., тыс. р. |         |        |         |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|---------|-----------|--------------------------|---------|--------|---------|
|                                    | шт.                                | тыс. руб. | шт. | тыс. руб. | шт. | тыс. руб. | шт. | тыс. руб. | шт. | тыс. руб. | шт.     | тыс. руб. |                          |         |        |         |
| Тракторы                           |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     |           |         |           |                          |         |        |         |
| К-744Р1 (300 л.с.)                 | 6                                  | 27720,0   |     |           |     |           |     |           |     |           |         |           |                          |         |        | 4620,0  |
| К-744Р2 (350 л.с.)                 |                                    |           | 6   | 30630,0   |     |           |     |           |     |           |         |           |                          |         |        | 5105,0  |
| К-744Р3 (390 л.с.)                 |                                    |           | 4   | 21840,0   |     |           |     |           |     |           |         |           |                          |         |        | 5460,0  |
| ХТЗ-150К09 (175 л.с.)              |                                    |           |     |           | 10  | 19950,0   |     |           |     |           |         |           |                          |         |        | 1995,0  |
| John Deere 9430                    |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     | 2         | 22110,0 |           |                          |         |        | 11055,0 |
| John Deere 9330                    |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     |           |         |           |                          |         |        | 9000,0  |
| МТЗ-82                             | 20                                 | 12700,0   | 20  | 12700,0   | 20  | 12700,0   | 20  | 12700,0   | 20  | 12700,0   | 20      | 12700,0   | 20                       | 12700,0 | 20     | 635,0   |
| Сцепки                             |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     |           |         |           |                          |         |        |         |
| СК-8                               |                                    |           |     |           | 10  | 1060,0    |     |           |     |           |         |           |                          |         |        | 106,0   |
| Сельхозмашины                      |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     |           |         |           |                          |         |        |         |
| Сеялка 1830                        |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     | 2         | 9000,0  | 2         | 9000,0                   | 2       | 9000,0 | 450,00  |
| Пневмоприцеп 1910                  |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     | 2         | 5600,0  | 2         | 5600,0                   | 2       | 5600,0 | 2800,0  |
| ГВВ-6                              | 3                                  | 264,0     | 3   | 264,0     | 3   | 264,0     | 3   | 264,0     | 3   | 264,0     | 3       | 264,0     | 3                        | 264,0   | 3      | 88,0    |
| Заря 2000-ОП-02                    | 20                                 | 5800,0    | 20  | 5800,0    | 20  | 5800,0    | 20  | 5800,0    | 20  | 5800,0    | 20      | 5800,0    | 20                       | 5800,0  | 20     | 290,0   |
| КРН-2,1                            | 9                                  | 1170,0    | 9   | 1170,0    | 9   | 1170,0    | 9   | 1170,0    | 9   | 1170,0    | 9       | 1170,0    | 9                        | 1170,0  | 9      | 130,0   |
| Лидер-4                            |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     | 7         | 2051,0  |           |                          |         |        | 293,0   |
| Обь-4-3Т                           |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     | 20        | 12680,0 |           |                          |         |        | 634,0   |
| Лидер-8                            | 5                                  | 3445,0    |     |           |     |           |     |           |     |           |         |           |                          |         |        | 689,0   |
| Обь-8-3Т                           | 6                                  | 8226,0    |     |           |     |           |     |           |     |           |         |           |                          |         |        | 1371,0  |
| ПК-12,2                            |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     | 4         | 12676,0 |           |                          |         |        | 3169,0  |
| ПК-8,5                             |                                    |           | 6   | 15972,0   |     |           |     |           |     |           |         |           |                          |         |        | 2662,0  |
| БСП-15 Бригантина                  |                                    |           |     |           | 4   | 3320,0    |     |           |     |           |         |           |                          |         |        | 830,0   |
| БСП-21 Бригантина                  | 4                                  | 3560,0    | 3   | 2670,0    |     |           |     |           |     |           |         |           |                          |         |        | 890,0   |
| ПРФ-750                            | 6                                  | 2841,5    | 6   | 2841,5    | 6   | 2841,5    | 6   | 2841,5    | 6   | 2841,5    | 6       | 2841,5    | 6                        | 2841,5  | 6      | 473,6   |
| Итого                              | 79                                 | 65726,5   | 73  | 72047,5   | 69  | 83529,1   | 109 | 61836,5   | 66  | 61265,5   | 66      | 57155,5   | 66                       | 57155,5 | 66     |         |
| Количество механизаторов, чел.     |                                    | 20        |     | 20        |     | 20        |     | 30        |     |           | 20      |           | 20                       |         |        |         |
| Эксплуатационные затраты, млн руб. |                                    | 16,99     |     | 18,339    |     | 18,618    |     | 13,149    |     | 25,699    |         | 28,636    |                          | 28,636  |        |         |

Таблица 3

## Состав и стоимость парка машин при интенсивной технологии (на базе минимальной обработки)

| Марка машины                       | Количество машин и стоимость парка |           |     |           |     |           |     |           |     |           | Стоимость 1 шт., тыс. руб. |         |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|----------------------------|---------|
|                                    | шт.                                | тыс. руб. | шт. | тыс. руб. | шт. | тыс. руб. | шт. | тыс. руб. | шт. | тыс. руб. |                            |         |
| Тракторы                           |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     |           |                            |         |
| К-744Р1 (300 л.с.)                 | 6                                  | 27720,0   |     |           |     |           |     |           |     |           |                            | 4620,0  |
| К-744Р2 (350 л.с.)                 |                                    |           | 6   | 30630,0   |     |           |     |           |     |           |                            | 5105,0  |
| К-744Р3 (390 л.с.)                 |                                    |           |     |           | 4   | 21840,0   |     |           |     |           |                            | 5460,0  |
| ХТЗ-150К09 (175 л.с.)              |                                    |           |     |           |     |           | 10  | 19950,0   |     |           |                            | 1995,0  |
| John Deere 9430                    |                                    |           |     |           |     |           |     |           | 2   | 22110,0   |                            | 11055,0 |
| John Deere 9330                    |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     |           | 2                          | 18000,0 |
| МТЗ-82                             | 9                                  | 5715,0    | 9   | 5715,0    | 9   | 5715,0    | 9   | 5715,0    | 9   | 5715,0    | 9                          | 635,0   |
| Сцепки                             |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     |           |                            |         |
| СК-8                               |                                    |           |     |           |     |           | 10  | 1060,0    |     |           |                            | 106,0   |
| Сельхозмашины                      |                                    |           |     |           |     |           |     |           |     |           |                            |         |
| Сеялка 1830                        |                                    |           |     |           |     |           |     |           | 2   | 9000,0    | 2                          | 4500,0  |
| Пневмоприцеп 1910                  |                                    |           |     |           |     |           |     |           | 2   | 5600,0    | 2                          | 2800,0  |
| ГВВ-6                              | 3                                  | 264,0     | 3   | 264,0     | 3   | 264,0     | 3   | 264,0     | 3   | 264,0     | 3                          | 88,0    |
| John Deere 4730*                   | 1                                  | 8000,0    | 1   | 8000,0    | 1   | 8000,0    | 1   | 8000,0    | 1   | 8000,0    | 1                          | 8000,0  |
| КРН-2,1                            | 9                                  | 1170,0    | 9   | 1170,0    | 9   | 1170,0    | 9   | 1170,0    | 9   | 1170,0    | 9                          | 130,0   |
| Лидер-4                            |                                    |           |     |           |     |           | 7   | 2051,0    |     |           |                            | 293,0   |
| Обь-4-3Г                           |                                    |           |     |           |     |           | 20  | 12680,0   |     |           |                            | 634,0   |
| Лидер-8                            | 5                                  | 3445,0    |     |           |     |           |     |           |     |           |                            | 689,0   |
| Обь-8-3Г                           | 6                                  | 8226,0    |     |           |     |           |     |           |     |           |                            | 1371,0  |
| ПК-12,2                            |                                    |           |     |           | 4   | 12676,0   |     |           |     |           |                            | 3169,0  |
| ПК-8,5                             |                                    |           | 6   | 15972,0   |     |           |     |           |     |           |                            | 2662,0  |
| БСП-15 Бригантина                  |                                    |           |     |           |     |           | 4   | 3320,0    |     |           |                            | 830,0   |
| БСП-21 Бригантина                  | 4                                  | 3560,0    | 3   | 2670,0    | 3   | 2670,0    |     |           | 2   | 1780,0    | 2                          | 890,0   |
| ПРФ-750                            | 6                                  | 2841,5    | 6   | 2841,5    | 6   | 2841,5    | 6   | 2841,5    | 6   | 2841,5    | 6                          | 473,6   |
| Итого                              | 49                                 | 60941,5   | 43  | 67262,5   | 39  | 78744,1   | 79  | 57051,5   | 36  | 56480,5   | 36                         | 52370,5 |
| Количество механизаторов, чел.     |                                    | 12        |     | 12        |     | 9         |     | 19        |     | 9         |                            | 9       |
| Эксплуатационные затраты, млн руб. |                                    | 21,68     |     | 23,24     |     | 23,52     |     | 18,05     |     | 37,39     |                            | 33,54   |

\* Самоходный опрыскиватель.

102,3 млн руб., либо 26 тракторов ДТ-75М и 21,85 млн руб. эксплуатационных затрат, стоимость парка при этом около 68 млн руб. При переходе на ресурсосберегающую технологию требуется или 6 тракторов К-744Р1 (300 л.с.) и 16,99 млн руб. эксплуатационных затрат, стоимость парка – 65,7 млн руб., или 4 трактора К-744Р3 (390 л.с.) и 18,62 млн руб. эксплуатационных затрат, стоимость парка – 72 млн руб., или 2 трактора Джон-Дир 9430 и 25,7 млн руб. эксплуатационных затрат, стоимость парка – 61,3 млн руб. (табл. 1–3).

Один самоходный опрыскиватель (Джон Дир 4730) стоимостью 8,0 млн руб. позволил заменить 20 опрыскивателей Заря 2000-ОП-02 общей стоимостью 5,8 млн руб. и 11 тракторов МТЗ-82 общей стоимостью 7,0 млн руб. Снижение стоимости комплекса машин в 1,6 раза и потребности в механизаторах – от 1,3 до 1,9 раза по разным вариантам.

При переходе от классической технологии к ресурсосберегающей на базе минимальной обработки почвы с применением опрыскивателя Заря 2000-ОП-02 потребность в механизаторах

сокращается в 1,4–1,6 раза для различных классов тракторов, а при замене опрыскивателя Заря 2000-ОП-12 на самоходный опрыскиватель Джон Дир модели 4730 потребность в механизаторах сокращается в 2,1–2,2 раза.

Таким образом, универсальная проектирующая информационно-вычислительная система позволяет обосновать направления технологической и технической модернизации растениеводства Сибири.

### ВЫВОДЫ

1. Универсальная проектирующая информационно-вычислительная система позволяет выбирать оптимальные технологии и технические средства для возделывания зерновых культур в условиях Сибири.
2. Переход от классической технологии на базе отвальной вспашки к ресурсосберегающей на базе минимальной обработки почвы позволяет снизить стоимость машинно-тракторного парка до 40%, расход горючего на 30–40%.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Стратегия* машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / В. И. Фисинин и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 80 с.
2. *Докин Б. Д., Власенко А. Н., Ёлкин О. В.* Эффективность технологического и технического перевооружения производства зерна в условиях Сибири // Развитие АПК азиатских территорий: тр. XI Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 25–27 июня 2008 г.) / Россельхозакадемия. Сиб. отделение. – Новосибирск, 2008. – С. 343–347.
3. *Кирюшин В. И.* Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие. – 2006. – № 6. – С. 12–14.
4. *Докин Б. Д., Ёлкин О. В.* Методика проектирования состава МТП с помощью метода сквозного просмотра вариантов годовых комплексов полевых работ // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (5–6 февр. 2009 г.). – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – Кн. 1. – С. 249–252.

### RATIONALE FOR THE CHOICE OF TECHNOLOGIES AND TECHNICAL MEANS TO CULTIVATE GRAIN CROPS UNDER SIBERIAN CONDITIONS

**B. D. Dokin, S. A. Stepchuk, O. V. Elkin, M. S. Chekusov**

*Key words:* technology, MTF structure, designing system

*The paper provides the method to justify the choice of technologies and technical means with the use of universal designing information-calculation system when cultivating farm crops under Siberian conditions. The method is realized on the basis of the designing information-calculation system that consists of the standard “mathematical model” of the object to manage, special data base of knowledge and software. The transmission from the classical technology on the basis of moldboard plowing to the resource saving one on the basis of minimal soil cultivation allows to decrease the cost of machine-tractor fleet to 40%, fuel consumption – by 30–40% and reduce the demand for farm engineers 2.6 times as little.*

**КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА С ЧЕТЫРЁХЗВЕННОЙ ТРЁХПОВОДКОВОЙ СТРУКТУРНОЙ ГРУППОЙ**

**Ю. И. Евдокимов**, кандидат технических наук

**О. И. Осипова**, кандидат технических наук

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: evdokimow@bk.ru

*Ключевые слова:* звено, кинематическая пара, зубчатая передача, механизм, функция положения, реакция, скорость, угол давления

*Для определения функции положения звеньев механизма с трёхповодковой структурной группой и зубчатыми колёсами использован метод замены ведущего звена, на основе которого разработаны и получены численные решения основной задачи кинематического анализа механизма. Для выявления условий работоспособности механизма предложен метод определения угла давления в кинематической паре.*

Зубчато-рычажные механизмы обладают широкими кинематическими возможностями для получения самых сложных, различных законов движения выходных звеньев, связанных с рабочими органами технологических машин.

В литературе [1–4 и др.] приводится много различных схем зубчато-рычажных механизмов, содержащих двухповодковые структурные группы и нашедших применение в машиностроительной практике. Это ковочно-штамповочный пресс, механизм грейфера, зубчато-рычажный манипулятор, механизм двухпоршневого компрессора и др. Включение в их состав структурных групп высоких классов ещё более расширяет диапазон кинематических возможностей и применения таких механизмов в различных отраслях машиностроения.

В литературе [1, 2, 5] имеются схемы зубчато-рычажных механизмов, содержащих трёхповодковую структурную группу. Это механизм компрессора, механизм с изменяемым законом движения ползуна и др. Однако вопросы анализа и синтеза рычажных механизмов высоких классов, содержащих зубчатые колёса, в литературе не освещены. Поэтому разработка методов кинематического анализа и синтеза таких механизмов представляется задачей актуальной, имеющей теоретическое и практическое значение для синтеза новых и эффективного использования уже применяемых в агрегатах и машинах различного назначения, в том числе и сельскохозяйственного.

Важной составной частью синтеза механизмов любой структуры является определение условий передачи движения от входного звена к выходному. Одним из основных критериев передачи

движения в рычажных механизмах являются максимальные значения углов давления в кинематических парах [6]. Если для плоских рычажных механизмов с двухповодковыми структурными группами определение углов давления в кинематических парах является задачей сравнительно простой и решённой, то для механизмов более высоких классов этот вопрос, по причине его сложности, остаётся в настоящее время нераскрытым. Поэтому разработка методов определения углов давления в механизмах высоких классов имеет теоретическое и практическое значение для синтеза новых работоспособных механизмов.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В настоящей работе объектом исследования является механизм с изменяемым законом движения ползуна. Схему этого механизма можно найти в литературе [1, 2, 5]. Механизм содержит четырёхзвенную трёхповодковую структурную группу, которая присоединяется двумя поводками с шарнирными внешними парами к двум зубчатым колёсам, находящимся в зацеплении между собой и одним поводком с поступательной внешней парой к неподвижной направляющей. Особенностью механизма является сравнительная простота изменения некоторых входных размерных параметров механизма, влияющих на закон движения выходного звена.

Цель поставленных исследований – разработка метода кинематического анализа для получения основных кинематических характеристик зубчато-рычажного механизма при разных, зара-

нее задаваемых исходных размерных параметрах звеньев с последующим выбором наиболее оптимального варианта размеров звеньев, т. е. по сути синтеза механизма путём сравнительного анализа нескольких расчётных вариантов. Для решения поставленных задач представляется возможным использование и развитие метода замены ведущего звена [7] с учётом особенности присоединения структурной группы к начальным звеньям механизма. Для определения угла давления в кинематической паре между ползуном и базовым звеном группы предполагается использование известной теоремы о трёх силах из курса теоретической механики.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Структурная схема исследуемого механизма с изменяемым законом движения ползуна представлена на рис. 1. Начальные звенья  $O_1A$  и  $O_2B$  механизма скреплены жёстко с парой зубчатых колёс 1 и 2, находящихся в зацеплении между собой. К начальным звеньям и стойке присоединена трёхповодковая четырёхзвенная структурная группа, содержащая базовое трёхпарное звено 5 и поводки 3, 4, 6. Ползун 6 является выходным звеном механизма.

Обозначим для краткости записей заданные размеры звеньев механизма следующим образом:  $O_1A = a$ ,  $O_2B = b$ ,  $BC = c$ ,  $AD = d$ ,  $CE = f$ ,  $CD = t$ , угол  $DCE = \delta$ . Начальные радиусы пары зубчатых колёс обозначим через  $r_1$  и  $r_2$ , углы поворота колёс 1 и 2 относительно стойки – через  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ . Расстояние между опорами  $O_1$  и  $O_2$  обозначим через  $h$ . При этом  $h = r_1 + r_2$ . Угол установки начального звена  $O_2B$  на зубчатом колесе 2 обозначим через  $\Delta\varphi$ . Перемещение ползуна 6 относительно неподвижной направляющей обозначим через  $s$ .

Для исследования движения механизма поставим следующие задачи:

1. Основная. Определение функции положения  $s = s(\varphi_1)$  выходного звена 6 в зависимости от обобщённой угловой координаты  $\varphi_1$ .

2. Влияние размеров звеньев механизма и угла установки  $\Delta\varphi$  на функцию положения  $s = s(\varphi_1)$  выходного звена 6.

3. Определение угла давления в шарнире  $E$  механизма.

Для решения поставленных задач используем метод замены ведущего звена [7]. В качестве ус-

ловно-обобщённой координаты примем перемещение  $s$  ползуна 6 по оси  $u$ .

При фиксированных положениях внешних кинематических пар  $A$  и  $B$  размыкание шарнира  $D$  механизма приводит к распадению его на две кинематические цепи. Первая состоит из звеньев 4, 5 и 6, а вторая представляет собой звено 3, образующее вращательную пару с начальным звеном  $O_1A$ . Центр шарнира  $D$  первой цепи при изменении координаты  $s$  будет перемещаться по шатунной кривой  $m$ , которая в общем случае является алгебраической кривой шестого порядка. Центр шарнира  $D$  звена 3 при размыкании может перемещаться по окружности  $n$ . Точки пересечения линий  $m$  и  $n$  дадут действительные положения центра шарнира  $D$  и определяют положения всех остальных звеньев механизма. Задача о положениях звеньев механизма, таким образом, сводится к отысканию корней системы двух алгебраических уравнений – шатунной кривой  $m$  и окружности  $n$ . Учитывая порядок и циркулярность шатунной кривой  $m$  и окружности, решение поставленной задачи можно свести здесь к нахождению корней полинома шестой степени. Однако получение коэффициентов этого полинома в явном виде не удаётся в виду сложности и громоздкости выражений. Поэтому решение поставленной задачи о положениях звеньев в данном случае целесообразнее выполнить с помощью приближённых, итерационных методов.

Уравнение, корни которого определяют положения звеньев механизма, имеет вид

$$|R3 - d| \leq \Delta \quad (1)$$

где  $R3 = R3(s)$  – длина текущего вектора с началом в точке  $A$  и концом на шатунной кривой  $m$ ;

$d$  – размер поводка  $AD$ ;

$\Delta$  – заданная точность решения задачи.

Для определения  $R3(s)$  составим параметрические уравнения шатунной кривой  $m$  с использованием комплексных выражений, что значительно сокращает записи и приводит к удобству программирования решения задачи с помощью большинства программных оболочек, например MathCAD.

В качестве системы отсчёта примем прямоугольную систему координат  $xOy$ . Ординату  $y$  совместим с неподвижной направляющей  $s$  движения выходного ползуна 6. Начало  $O$  системы координат поместим на отрезке между опорами  $O_1$  и  $O_2$ . Обозначим координаты неподвижных опор  $OO_1 = h_1$  и  $OO_2 = h_2$ . При этом  $O_1O_2 = h = h_1 + h_2$ .

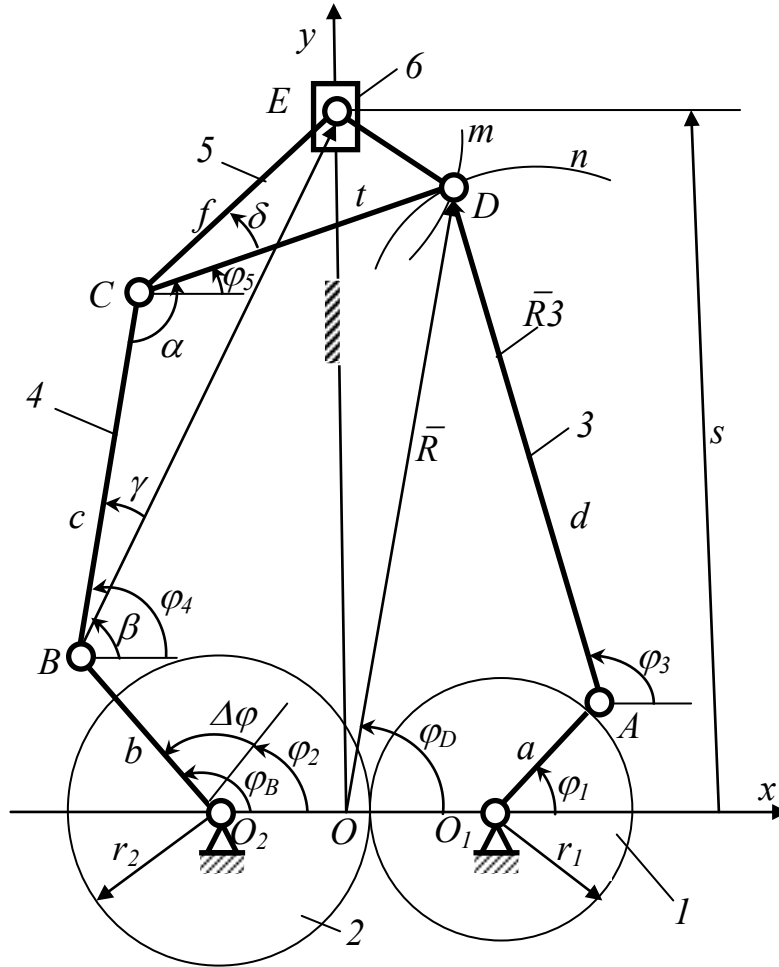


Рис. 1. Зубчато-рычажный механизм с трёхповодковой структурной группой

Положение вектора  $R3$  в зависимости от  $s$  определяется комплексным числом

$$R3 \cdot e^{i \cdot \varphi_3} = R \cdot e^{i \cdot \varphi_D} - h_1 - a \cdot e^{i \cdot \varphi_1}, \quad (2)$$

где

$$R \cdot e^{i \cdot \varphi_D} = -h_2 + b \cdot e^{i \cdot \varphi_B} + c \cdot e^{i \cdot \varphi_4} + t \cdot e^{i \cdot \varphi_5},$$

$$\varphi_B = \varphi_2 + \Delta\varphi, \quad \varphi_2 = \varphi_1 \cdot (r_1/r_2). \quad (3)$$

Величина угла  $\varphi_4$ , входящая в уравнение (3), выражается суммой углов:

$$\varphi_4 = \beta + \gamma, \quad (4)$$

где угол  $\beta$  выражается как аргумент следующего комплексного числа:

$$BE \cdot e^{i \cdot \beta} = s \cdot e^{i \cdot \pi/2} - b \cdot e^{i \cdot \varphi_B} - h_2. \quad (5)$$

Угол  $\gamma$ , входящий в (4), определяется из треугольника  $BCE$  формулой

$$\gamma = \arccos \frac{c^2 + BE^2 - f^2}{2 \cdot c \cdot BE}. \quad (6)$$

Величина угла  $\varphi_3$ , входящего в (3), находится из соотношения

$$\varphi_3 = \alpha + \varphi_4 - \delta - \pi, \quad (7)$$

где 
$$\alpha = \arccos \frac{c^2 + f^2 - BE^2}{2 \cdot c \cdot f}. \quad (8)$$

Таким образом, меняя с определённым шагом значения условно-обобщённой координаты  $s$  и подставляя их в систему уравнений (1) – (8), можно, применяя приближенный метод, отыскать корень уравнения (1), дающий решение задачи о положении механизма для каждого угла  $\varphi_1$  поворота кривошипа  $1$ .

Для обеспечения работоспособности механизма необходимо выполнение условий, при которых

углы давления в его кинематических парах не превышали максимально допустимых значений т. е.

$$/v_{max}/v_{доп} \quad (9)$$

где  $v_{max}$  и  $v_{доп}$  – максимальное и соответственно допустимое значения угла давления в кинематической паре между выходным ползуном и неподвижной направляющей  $s$  (рис. 2).

В поступательной кинематической паре, как известно [6], максимально допустимая величина угла давления при отсутствии самоторможения равна  $30^\circ$ , а во вращательной паре –  $45^\circ$ .

Рассмотрим определение угла давления в шарнире  $E$  механизма без учёта сил тяжести, инерции звеньев и трения.

Реакции  $\bar{R}_A$  и  $\bar{R}_B$  в шарнирах  $A$  и  $B$  со стороны отброшенных звеньев  $1$  и  $2$  будут при поставленных условиях направлены вдоль поводков  $AD$  и  $BC$  соответственно. Перенесём эти реакции вдоль линий их действия до пересечения в точке  $P$ . Обозначим через  $\bar{R}$  результирующую реакций  $\bar{R}_A$  и  $\bar{R}_B$ . На трёхпарное звено  $CDE$  механизма действуют три силы –  $\bar{R}_A$ ,  $\bar{R}_B$  и  $\bar{R}_E$  со стороны действующих звеньев. По теореме о трёх силах при равновесии звена  $CDE$  эти силы должны пересекаться между собой в одной точке. Этой точкой в данном случае будет являться точка  $P$ . Следовательно, соединив прямой линией точки  $E$  и  $P$ , получим направление реакции  $\bar{R}_E$  в шарнире  $E$  механизма. Тогда угол давления  $u$  в шарнире  $E$  будет являться углом между вектором скорости точки  $E$ , который направлен параллельно оси  $s$ , и вектором силы  $\bar{R}_E$ ,

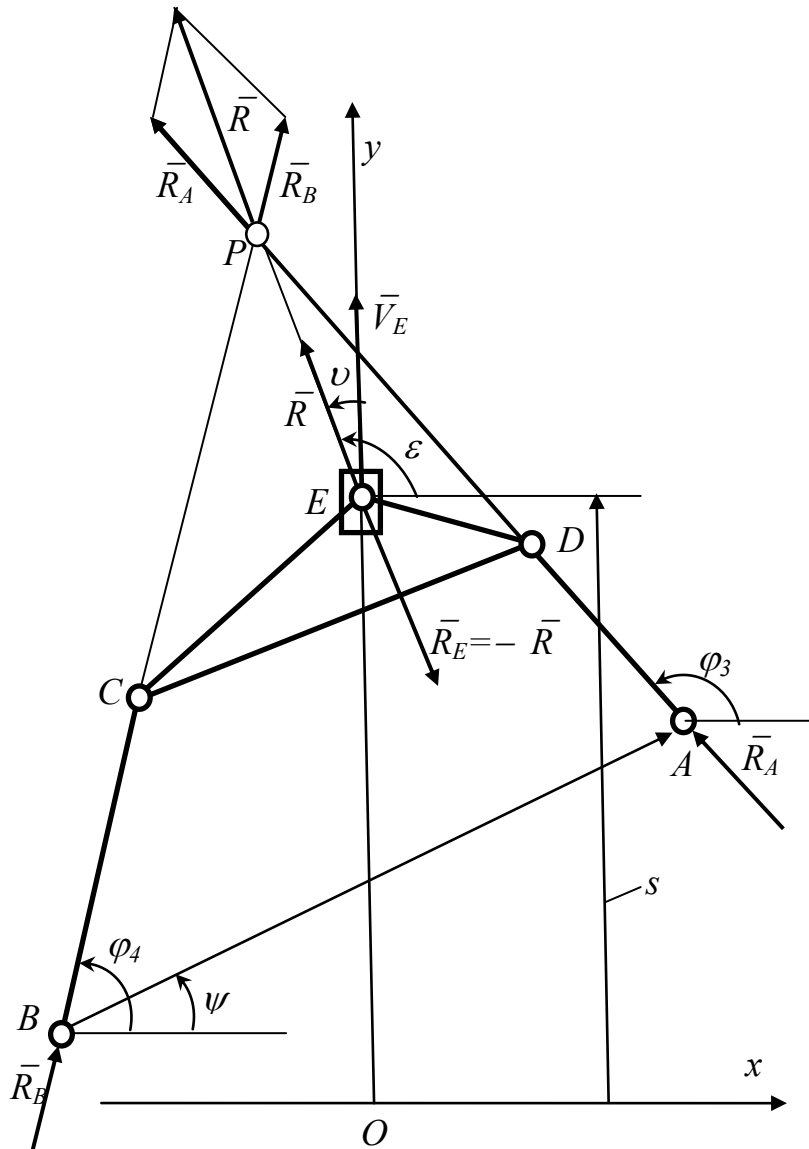


Рис. 2. Угол давления в шарнире E

действующей на ползун со стороны трёхпарного звена  $CDE$ .

Из построений на рис. 2 следует:

$$v = \varepsilon - \frac{\pi}{2}, \quad (10)$$

где  $\varepsilon$  – угол, который определяется как аргумент комплексного числа

$$EP \cdot e^{i \cdot \varepsilon} = -h_2 + b \cdot e^{i \cdot \varphi_B} + BP \cdot e^{i \cdot \varphi_4} - s \cdot e^{i \cdot \pi/2}. \quad (11)$$

Длина отрезка  $BP$ , входящая в (11), находится из треугольника  $ABP$  по формуле

$$BP = BA \frac{\sin(\varphi_3 - \psi)}{\sin((\varphi_3 - \varphi_4))}. \quad (12)$$

Величины  $BA$  и  $\psi$ , входящие в (12), определяются как модуль и аргумент соответственно комплексного числа

$$BA \cdot e^{i \cdot \psi} = h - b \cdot e^{i \cdot \varphi_B} + a \cdot e^{i \cdot \varphi_1}. \quad (13)$$

С использованием представленных в настоящей работе соотношений получены результаты вычислений функции положения  $s = s(\varphi_1)$  выходного звена и угла давления  $v = v(\varphi_1)$  для разных вариантов размеров звеньев механизма. На рис. 3 и 4 приведены графики  $s = s(\varphi_1)$  некоторых численных вариантов расчёта.

Угол давления в шарнире  $E$  механизма в расчётных примерах не превышает по величине  $16^\circ$ , что значительно меньше допустимого значения.

Путём сравнительного анализа этих графиков можно выбрать наиболее подходящий из них, соответствующий нужному закону движения рабочего органа технологической машины.

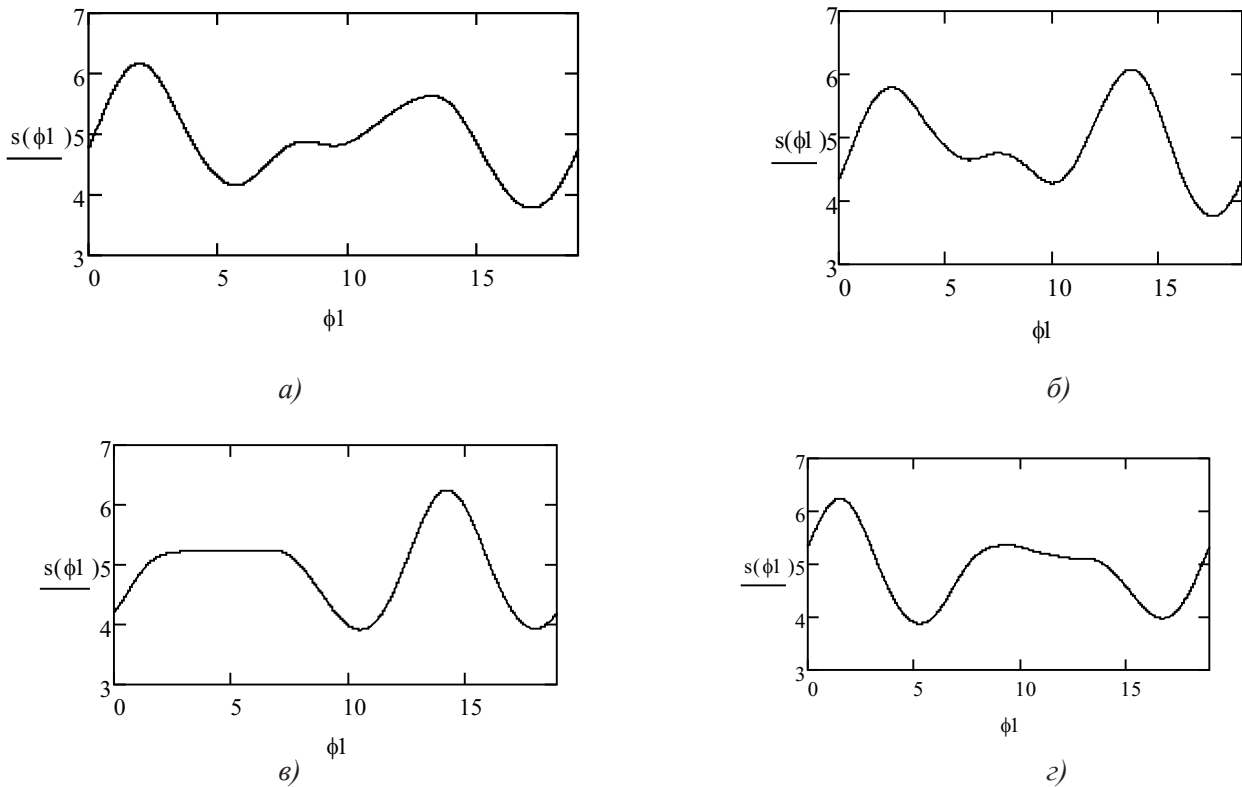


Рис. 3. Графики движения ползуна б.

Размеры звеньев:  $r_1 = 1$ ,  $r_2 = 1,5$ ,  $a = b = 5$ ; угол установки  $\Delta\varphi$ : а –  $0^\circ$ , б –  $45^\circ$ , в –  $90^\circ$ , з –  $320^\circ$

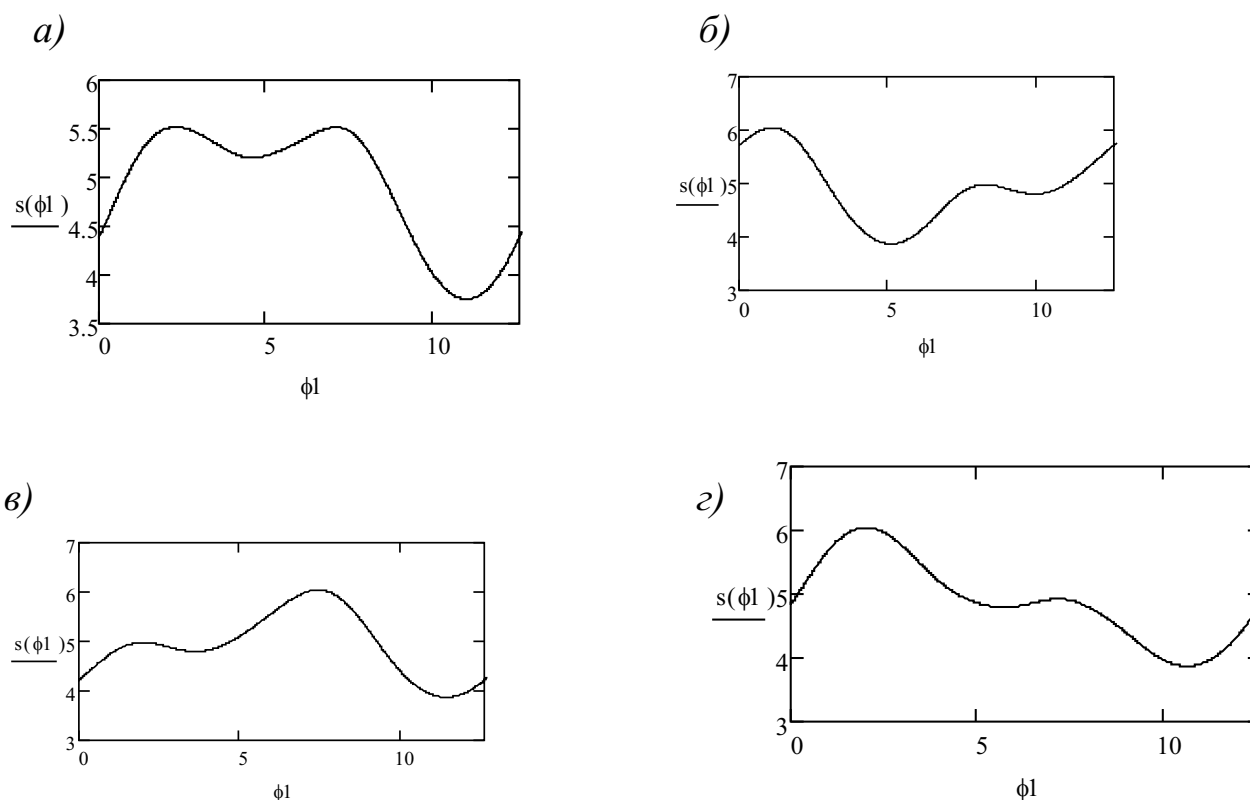


Рис. 4. Графики движения ползуна б.

Размеры звеньев:  $r_1 = 1$ ,  $r_2 = 2$ ,  $a = b = 5$ ; угол установки  $\Delta\varphi$ : а –  $0^\circ$ , б –  $45^\circ$ , в –  $90^\circ$ , з –  $320^\circ$

### ВЫВОДЫ

1. Использование метода замены входного звена при кинематическом анализе позволяет сравнительно просто определить функцию положения выходного звена зубчато-рычажного механизма с четырёхзвенной трёхпроводковой структурной группой.

2. Предложенный способ определения угла давления в кинематической паре зубчато-рычажного механизма даёт возможность проектирования работоспособной технологической машины, содержащей механизм с четырёхзвенной трёхпроводковой структурной группой.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Артоболевский И. И.* Механизмы в современной технике. Т. 3: Зубчатые механизмы: пособие для инженеров, конструкторов и изобретателей.– М.: Наука, 1973.– 576 с.
2. *Крайнев А. Ф.* Механика машин.– М.: Машиностроение, 2000.– 900 с.
3. *Боренштейн Ю. П.* Исполнительные механизмы со сложным движением рабочих органов.– Л.: Машиностроение, 1973.– 120 с.
4. *Боренштейн Ю. П.* Механизмы для воспроизведения сложного профиля: справ. пособие.– Л.: Машиностроение, 1978.– 232 с.
5. *Кожеевников С. Н.* Механизмы: справ. пособие.– 4-е изд.– М.: Машиностроение, 1976.– 784 с.
6. *Теория механизмов и машин: учеб. для вузов / К. В. Фролов, С. А. Попов, А. К. Мусатов и др.; под ред. К. В. Фролова.*– М.: Высш. шк., 1998.– 496 с.
7. *Артоболевский И. И.* Теория механизмов и машин: учеб.– 4-е изд., перераб. и доп.– М.: ЭКОЛИТ, 2011.– 640 с.

KINEMATIC PROPERTIES OF THE GEAR-LEVER MECHANISM WITH A FOUR-MEMBER THREE DRAG-BAR STRUCTURAL GROUP

Yu. I. Evdokimov, O.I. Osipova

*Key words:* member, kinematic pair, gear transmission, mechanism, function of positioning, response, speed, angle of pressure

*To determine the function of positioning the members of the mechanism with a three drag-bar structural group and gear wheels the method to replace the driving member is used. Numerical solutions to the basic problem of the mechanism kinematic analysis are developed and obtained on the basis of the method. To reveal the conditions for the mechanism operational capacity the method to determine the angle of pressure in the kinematic pair is proposed.*

УДК 631.3:514.123.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛА КРИВОЛИНЕЙНЫМ РАВНОМЕРНО ВРАЩАЮЩИМСЯ ЭЛЕМЕНТОМ ПО ПРЯМОЛИНЕЙНОМУ УЧАСТКУ ПОВЕРХНОСТИ

А.А. Копченов, доктор экономических наук, профессор  
Челябинская государственная агроинженерная академия  
E-mail: aak@csaa.ru

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные машины, рабочие органы, вращающиеся элементы, перемещение материала

*Выявлены закономерности в перемещении материала по неподвижному прямолинейному элементу рабочего органа под воздействием криволинейного равномерно вращающегося элемента, выполненного по логарифмической спирали, эвольвенте окружности, прямой и кривой К, описываемой*

*уравнением  $R = \frac{r(e^{\phi \text{ctg}\gamma} - 1)}{\text{ctg}\gamma}$ . Представлены зависимости линейной координаты и скорости точки*

*пересечения линии профиля криволинейного элемента и прямой, отстоящей от центра вращения криволинейного элемента на расстоянии  $r$ .*

Движение материала по неподвижной поверхности под действием криволинейного равномерно вращающегося элемента широко применяется в сельскохозяйственных машинах, в частности, в уборочных машинах, оснащенных устройствами барабанного типа для подбора и транспортировки обрабатываемого материала. При этом профиль вращающегося элемента может быть подобран таким образом, чтобы исключить возможность заклинивания материала между вращающимися и неподвижными элементами. И если задача определения скорости перемещения материала под воздействием вращающегося элемента, профиль которого выполнен в виде эвольвенты окружности, хорошо известна (вернее, известны ее аналоги) в геометрии на плоскости, то аналогичная задача для логарифмической спирали, по имеющейся у автора информации, не ставилась.

Для кривой  $R = \frac{r(e^{\phi \text{ctg}\gamma} - 1)}{\text{ctg}\gamma}$  (далее – кривая К)

подобная задача также не решалась [1]. Целью исследования является выявление закономерностей движения материала по неподвижной прямолинейной поверхности под действием криволинейного равномерно вращающегося элемента, выполненного по кривой  $R = \frac{r(e^{\phi \text{ctg}\gamma} - 1)}{\text{ctg}\gamma}$ .

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования является процесс перемещения материала по неподвижной прямолинейной поверхности под действием криволинейного равномерно вращающегося элемента. В ходе исследования процесса применялись анали-

тические методы, методы евклидовой геометрии. Обработка результатов исследований проводилась в стандартных офисных приложениях.

**РЕЗУЛЬТАТЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Расстояние транспортирования (линейная координата точки пересечения линии профиля и прямой, отстоящей от центра вращения  $O$  на расстоянии  $r$ ) определяется по следующим зависимостям:

– для эвольвенты окружности [2]:

$$S = r\phi; \tag{1}$$

– для кривой  $K$ :

$$R = \frac{r(e^{\phi \operatorname{ctg} \gamma} - 1)}{\operatorname{ctg} \gamma}; \tag{2}$$

– для прямой:

$$S = r \cdot \operatorname{tg} \phi, \tag{3}$$

где  $r$  – радиус производящей окружности (для эвольвенты), равный расстоянию от центра вращения до прямой;

$\gamma$  – величина угла между касательной к кривой ( $K$  или логарифмической спирали) в произвольной точке и ее радиусом-вектором (для логарифмической спирали) или образующей, которая является касательной к производящей окружности (для кривой  $K$ );

$\phi$  – текущий угол поворота.

Для логарифмической спирали координата может быть определена приближенно (для малых углов  $\phi$  поворота) по выражению

$$S = r(\operatorname{tg} \phi - (\frac{1}{\cos \phi} - 1) \frac{\sin \gamma}{\sin(\frac{\pi}{2} - \gamma + \phi)}). \tag{4}$$

На рис.1 представлены зависимости линейной координаты точки пересечения линии профиля и прямой для профиля криволинейного элемента, выполненного по эвольвенте, логарифмической спирали (LS), кривой  $K$  и прямой при  $r = 100$  мм и величине параметра  $\gamma = 35^\circ$  (для кривой  $K$  и логарифмической спирали). Именно эти два параметра однозначно определяют координаты точки пересечения двух линий.

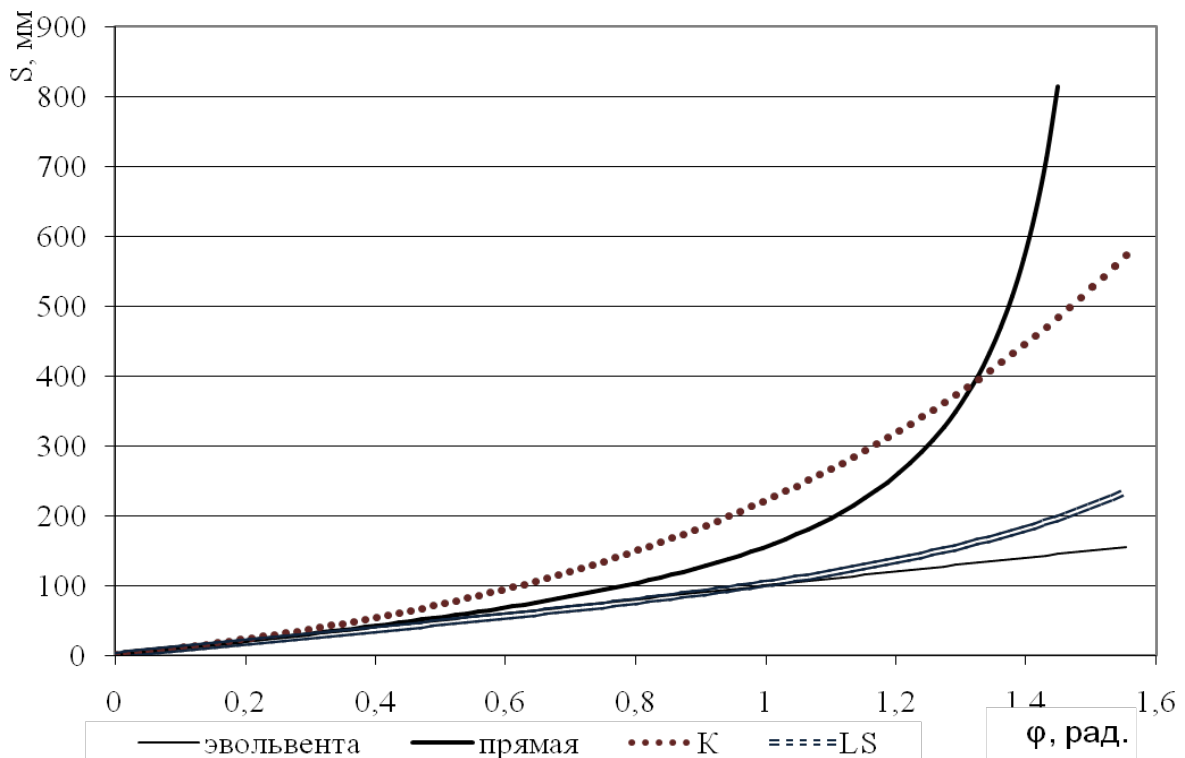


Рис. 1. Линейные координаты  $S$  точки пересечения линий профиля в зависимости от угла поворота  $\phi$  криволинейного элемента

Очевидно, что выполнение профиля прямолинейным невозможно в силу того, что при приближении угла  $\varphi$  к  $\pi/2$  величина угла между прямолинейными профилями неподвижного и вращающегося элементов приближается к нулю. При этом линейная координата (расстояние транспортирования материала) стремится к бесконечности. Процесс транспортирования в данном случае возможен только для материалов с нулевым коэффициентом трения.

Криволинейный профиль элемента позволяет осуществлять процесс транспортирования реальных материалов, причем задаваясь предельными значениями коэффициента трения, можно задать соответствующие параметры ( $\text{ctg } \gamma$ ) логарифмической спирали и кривой  $K$ . Для эвольвенты соответствующий угол всегда равен  $\pi/2$ .

Рассмотрим вращение кривой  $DB$  относительно центра  $O$ . Неподвижный элемент  $AB$  расположен на расстоянии  $r$  от центра вращения (рис. 2). Точка  $B$  – текущее положение точки пересечения вращающейся кривой и прямой, касательной к окружности радиуса  $r$ .

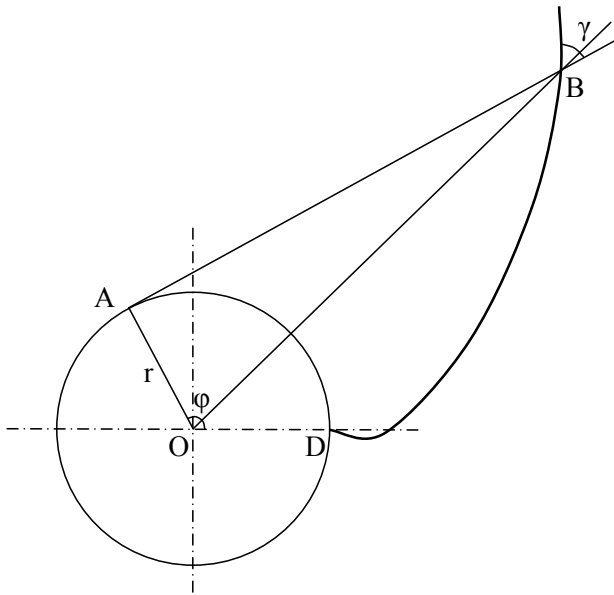


Рис. 2. К определению скорости перемещения точки пересечения линий профиля

Для процесса транспортирования реального материала, в частности, сено-соломистого, рабочими органами сельскохозяйственной машины, в частности, подборщика барабанного типа, кривой  $DB$  соответствует криволинейный палец подборщика, закрепленный жестко на горизонтальной оси вращения (ось вала подборщика). Неподвижный элемент  $AB$  является аналогом

прямолинейного участка скатов, закрепленных на раме подборщика. Пальцы подборщика совершают равномерное вращение относительно центра  $O$ , двигаясь в прорезях скатов. При этом используются следующие допущения. Движение происходит под воздействием жестких пальцев, движение прямолинейное, а вращение равномерное. Материал деформируемый, но связный (т.е. валок сена или стеблей зерновых культур может рассматриваться в виде непрерывного потока или слоя). Можно пренебречь влиянием силы тяжести (тем более что прямолинейный участок ската может иметь расположение, близкое к горизонтали), величиной коэффициентов трения материала о поверхности пальцев и скатов. Это означает, что материал свободно скользит по прямолинейной поверхности ската, палец, перемещая материал, скользит свободно в его слое.

Положение точки  $B$  однозначно определяется величиной угла  $\varphi$  поворота кривой  $DB$  относительно точки  $A$ , соответствующей максимальному вылету элемента  $DB$  относительно  $AB$ :

$$AB = S = \frac{r(e^{\phi \text{ctg} \gamma} - 1)}{\text{ctg} \gamma}. \quad (5)$$

Тогда скорость перемещения материала по элементу  $AB$  определяется как производная данной координаты:

$$V = S' = \left( \frac{r(e^{\phi \text{ctg} \gamma} - 1)}{\text{ctg} \gamma} \right)' \quad (6)$$

или (с учетом известных преобразований [3])

$$V = r \cdot e^{\phi \text{ctg} \gamma}. \quad (7)$$

На рис. 3 представлен график изменения скорости материала в зависимости от угла поворота подвижного элемента с профилем, выполненным по кривой  $K$ , для радиуса окружности  $r = 100$  мм и  $\gamma = 35^\circ$ . В данном случае скорость точки представлена как приращение линейной координаты на единицу угловой координаты. Без труда можно перейти и к традиционному измерителю (мм/с), задаваясь соответствующей частотой вращения подвижного элемента ( $\text{с}^{-1}$ ). Характер зависимости не изменится, если вращение равномерное.

Очевидно, что по мере перемещения материала элементами с профилем, выполненным по кривой  $K$ , происходит более быстрое увеличение скорости. Если конструктивных ограничений по количеству подвижных элементов, вращающихся

ся относительно центра  $O$ , нет, то можно, задаваясь только их количеством и частотой вращения, ограничить и предельную скорость перемещения материала: чем чаще расположены подвижные элементы (чем больше их количество в каждой плоскости вращения), тем меньше может быть их вылет относительно поверхности транспортирования материала, тем меньше скорость перемещения материала. На графике квадратными точками показаны величины предельных скоростей в случае расположения подвижных элементов с интервалом  $30, 45, 60, 90$  и  $120^\circ$ , что соответствует размещению на одной оси соответственно 12, 8, 6, 4, 3 элементов. В подборщиках барабанного типа традиционно используется четыре пальца в одной плоскости вращения.

Для сравнения здесь же представлен график скорости для подвижных элементов с профилем, выполненным по эвольвенте окружности ( $\mathcal{E}$ ).

Очевидно, что при исполнении профиля подвижного элемента в форме эвольвенты окружности скорость движения материала остается постоянной, если в форме кривой  $K$  – скорость по мере перемещения увеличивается. Следовательно, эвольвентный профиль следует использовать при необходимости обеспечения равномерной скорости перемещения материала, если требуется «разогнать» материал или увеличить расстояние транспортирования, следует использовать иной криволинейный профиль. В частности, если профиль выполнен по кривой  $K$ , выбором параметра  $\gamma$  можно задать определенную степень кривизны и вылет подвижного элемента. Чем больше величина  $\gamma$ , тем меньше радиус кривизны в произвольной точке кривой (при прочих равных условиях), тем меньше расстояние и скорость транспортирования материала при повороте на один и тот же угол  $\phi$ .

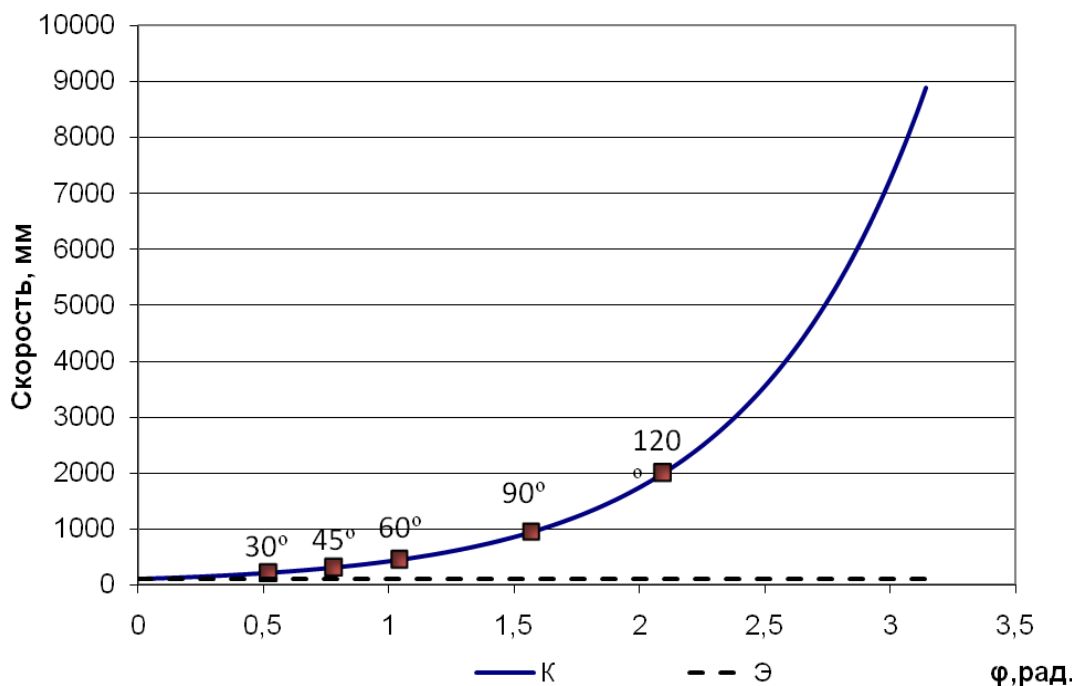


Рис. 3. Зависимость скорости точки пересечения профилей, выполненных по кривой  $K$  и эвольвенте окружности ( $\mathcal{E}$ ), и прямой от угла  $\phi$  поворота

### ВЫВОДЫ

1. Полученные зависимости линейной координаты точки пересечения линии профиля и прямой для профиля криволинейного элемента, выполненного по эвольвенте, логарифмической спирали, кривой  $K$  и прямой позволяют осуществить выбор криволинейного профиля в зависимости от условий транспортирования материала и его характеристик.
2. Аналитическое определение скорости точки пересечения линии профиля  $K$  и прямой позволяет осуществлять выбор конструктивных параметров ротационных рабочих органов криволинейного профиля, таких как количество криволинейных элементов, размещенных на одной оси, и их вылет, а также кинематических параметров рабочих органов машин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Копченов А.А.* Обоснование уравнения кривой профиля поверхности рабочего органа, обеспечивающего отсутствие защемления обрабатываемого материала // Вестн. ЧГАУ. – Челябинск, 2009. – № 53. – С. 74–77.
2. *Савелов А.А.* Плоские кривые. Систематика, свойства, применения: справ. руководство. – М.: Физматгиз, 1960. – 293 с.
3. *Корн Г., Корн Т.* Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1984. – 832 с.

**DETERMINING THE RATE OF MATERIAL DISPLACEMENT WITH A CURVED LINEAR  
REGULAR REVOLVING ELEMENT ACROSS A STRAIGHT LINEAR REGION  
OF THE SURFACE**

**A.A. Kopchenov**

*Key words:* farm machines, working units, revolving elements, material displacement

*The paper reveals regulations in material displacement across the immobile straight linear element of a working unit when exposed to a curved linear regular revolving element performing over a logarithmic spiral*

$$R = \frac{r(e^{\phi \operatorname{ctg} \gamma} - 1)}{\operatorname{ctg} \gamma}, \text{ circumference evolvent, straight and curved } K \text{ that is described by the equation.}$$

*It also presents the dependences between the linear coordinate and the rate of the point of crossing of the curved linear element profile line and the straight line that is at distance  $r$  from the center of the curved linear element revolution.*

**ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ СГОРЕВШЕГО В ДВИГАТЕЛЕ ТОПЛИВА**

**Г.М. Крохта**, доктор технических наук, профессор  
**А.Б. Иванников**, аспирант  
Новосибирский государственный аграрный университет  
E-mail: mshipo@mail.ru

**Ключевые слова:** дизельный двигатель, силовая установка, послепусковой прогрев, эксергетический коэффициент полезного использования теплоты, потери мощности, оптимальный тепловой режим, отработанные газы, критерии Нуссельта, Прандтля, Грасгофа, Рейнольдса

*Предложена методика оценки степени полезности использования теплоты сгоревшего в двигателе топлива. Предложенная методика позволяет оценить степень термодинамического совершенства машины в целом или каждого агрегата в отдельности. Использование эксергии теплоты отработанных газов позволяет повысить коэффициент теплоиспользования в период прогрева машины до 90 %.*

Поршневые двигатели, устанавливаемые на тракторах, являются источниками механической энергии и теплоты. Под механической энергией понимается та энергия, которая снимается с коленчатого вала двигателя и может производить ту или иную работу. Современные поршневые дизельные двигатели могут иметь коэффициент полезного действия (КПД) до 45%. В то же время системой охлаждения двигателя в окружающую среду рассеивается до 28%, системой смазки – 5–7, боковой поверхностью – 1–3, а с выхлопными газами в атмосферу может выбрасываться до 30–35% теплоты, полученной в результате сгорания топлива.

Следует отметить, что при прогреве двигателя на холостом ходу его эффективный КПД равен нулю, и двигатель является только источником теплоты. Одновременно часть индикаторной мощности, развиваемой двигателем, тратится на преодоление потерь в агрегатах трансмиссии трактора, в результате чего происходит ее разогрев. По мере прогрева потери снижаются, и наступает равновесие между теплотой, образующейся в результате трения (внутренних потерь), и теплотой, отводимой в окружающую среду боковой поверхностью и агрегатами трансмиссии.

В то же время не подлежит сомнению, что такая, так называемая классическая общепринятая схема авторегулирования не может обеспечить достижение и поддержание оптимального теплового режима в трансмиссии мобильных машин.

Разогрев таких трансмиссий происходит в основном за счет затрат энергии на преодоление сил трения в слоях масла, кинематических парах, муфтах, подшипниках и т. п.

В процессе совершенствования трансмиссий, которые устанавливаются на современных тракторах, стараются снизить потери в их узлах с целью повышения экономичности и надежности машин. Тепловой режим же требуется поддерживать на оптимальном уровне (80–85°C) независимо от нагрузочного режима и условий окружающей среды. Возникающее при этом противоречие: максимально возможное снижение потерь на трение и поддержание оптимального теплового режима агрегатов трансмиссии – можно разрешить либо путем уменьшения теплоотдачи в окружающую среду, либо подводом дополнительного количества теплоты от постороннего источника (например, от двигателя машины) или их сочетанием.

Для разработчиков современных машин, работающих в широком диапазоне температур окружающего воздуха, большой интерес могут представлять исследования по использованию теплоты, которая рассеивается в окружающую среду системами охлаждения, смазки двигателя и отработанными газами, для поддержания оптимального теплового режима силовой установки самоходной машины.

Целью настоящего исследования является повышение эффективности работы самоходных машин за счет вторичного использования теплоты

отработанных газов для разогрева и дальнейшего поддержания оптимального теплового режима в основных системах и агрегатах.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИСЛЕДОВАНИЙ**

Объект исследования: процессы теплопередачи в двигателях и агрегатах трансмиссии самоходных машин.

В процессе исследования использовался эксергетический метод оценки степени совершенства термодинамических процессов в силовых установках самоходных машин [1] и методы анализа, применяемые в термодинамике и гидродинамике.

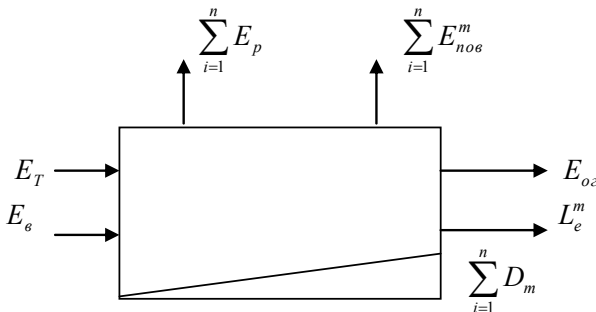


Схема потоков эксергии при взаимодействии силовой установки трактора с окружающей средой

В данной статье предлагается методика эксергетической оценки эффективности использования теплоты, выделившейся в результате сгорания в двигателе топлива. Эффективность полезного использования теплоты можно оценить с помощью известного уравнения общего вида:

$$\eta_{\text{э}} = \frac{L_e^m + \sum_{i=1}^n E_q}{E_T}, \quad (1)$$

где  $\eta_{\text{э}}$  – эксергетический КПД полезного использования теплоты в силовой установке самоходной машины;

$L_e^m$  – полезная работа трансмиссии, Дж/ч;

$\sum_{i=1}^n E_q$  – суммарная эксергия теплоты, полезно используемая в агрегатах и узлах трансмиссии, Дж/ч;

$E_T$  – химическая эксергия топлива, Дж/ч.

В соответствии с рисунком, эксергетический баланс для силовой установки можно записать в виде равенства:

$$E_T + E_B = \sum_{i=1}^n E_p + \sum_{i=1}^n E_{нов}^m + E_{\text{ог}} + L_e^m + \sum_{i=1}^n D_m, \quad (2)$$

где  $E_B$  – эксергия воздуха, поступившего в цилиндр двигателя, Дж/ч;

$\sum_{i=1}^n E_p$  – эксергия теплоты, рассеиваемой радиаторами (системы охлаждения двигателя, системы смазки двигателя, наддувочного воздуха, КП и т. п.) в окружающую среду, Дж/ч;

$\sum_{i=1}^n E_{нов}^m$  – эксергия теплоты, отводимой поверхностью силовой установки трактора в окружающую среду, Дж/ч;

$E_{\text{ог}}$  – эксергия выхлопных газов, Дж/ч;

$\sum_{i=1}^n D_m$  – суммарные потери эксергии вследствие потерь на трение в силовой установке, привод вспомогательных механизмов и т. п., Дж/ч.

Уравнение эксергии теплоты, отводимой радиаторами силовой установки машины в окружающую среду, запишется в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^n E_p = E_{рж}^{\text{ог}} + E_{рм}^{\text{ог}} + E_{рв}^{\text{ог}} + E_{рм}^{\text{кп}}, \quad (3)$$

где  $E_{рж}^{\text{ог}}$  – эксергия теплоты, отведенной в окружающую среду радиатором системы охлаждения двигателя, Дж/ч;

$E_{рм}^{\text{ог}}$  – эксергия теплоты, рассеиваемой в окружающую среду масляным радиатором системы смазки двигателя, Дж/ч;

$E_{рв}^{\text{ог}}$  – эксергия теплоты, рассеиваемой в окружающую среду радиатором наддувочного воздуха, Дж/ч;

$E_{рм}^{\text{кп}}$  – эксергия теплоты, рассеиваемой в окружающую среду масляным радиатором коробки передач, Дж/ч.

Если в конструкции самоходной машины применяются дополнительные охлаждающие радиаторы, то эксергия теплоты, которая отводится ими в окружающую среду, учитывается в правой части уравнения (3).

Уравнение эксергии теплоты, рассеиваемой в окружающую среду боковой поверхностью силовой установки и другими редукторами трансмиссии, можно представить как

$$\sum_{i=1}^n E_{нов}^m = E_{нов}^{\delta\theta} + E_{нов}^{кп} + \sum_{i=1}^n E_{нов}^{эм}, \quad (4)$$

где  $E_{нов}^{\delta\theta}$  – эксергия теплоты, рассеиваемой в окружающую среду боковой поверхностью двигателя, Дж/ч;

$E_{нов}^{кп}$  – эксергия теплоты, рассеиваемой в окружающую среду боковой поверхностью коробки передач, Дж/ч;

$\sum_{i=1}^N E_{нов}^{эм}$  – эксергия теплоты, рассеиваемой в окружающую среду боковой поверхность ведущих мостов, Дж/ч;

Химическая эксергия топлива определяется по формуле [2]

$$E_T = 1,02 \cdot Hu \cdot G_T, \quad (5)$$

где  $Hu$  – низшая теплота сгорания зимнего топлива, Дж/ч;

$G_T$  – расход топлива, кг/ч.

В свою очередь, эксергия теплоты, выделившейся в результате сгорания топлива, определяется равенством

$$E_T^i = E_T - D_{нс}, \quad (6)$$

где  $D_{нс}$  – потери эксергии от неполноты сгорания топлива, Дж/ч.

После пуска холодного двигателя неполнота сгорания может достигать больших величин. По данным [3], например, в первые секунды работы количество несгоревшего топлива находится на уровне 50–60%. Оно частично выбрасывается в атмосферу в виде мелких капель и пара и частично, конденсируясь на стенках цилиндров, попадает в поддон двигателя, разжижая моторное масло. К концу второй минуты работы двигателя количество несгоревшего топлива значительно снижается – до 20–25%. На четвертой минуте неполнота сгорания составляет 12–13% при температуре охлаждающей жидкости 5–8°C. Дальнейшее повышение температуры охлаждающей жидкости до оптимального значения также сопровождается снижением неполноты сгорания. Неполнота сгорания топлива при полной нагрузке двигателя и оптимальном тепловом режиме не превышает 3%.

Подогрев воздуха на впуске в двигатель осуществляется в период его пуска. В период послепускового прогрева, как правило, подогрев воздуха отсутствует, т. е.  $E_B = 0$ .

Системы охлаждения современных двигателей имеют термостаты, которые позволяют отключать радиаторы при температуре охлаждающей жидкости ниже оптимального значения для данной марки двигателя. Следовательно, в период послепускового прогрева можно допустить, что  $E_{пов}^{\delta\theta} = 0$ .

Следует учитывать, что некоторые двигатели для лучшего удаления воздуха из системы в момент ее заполнения охлаждающей жидкостью в клапане термостата имеют отверстие. Наличие отверстия предполагает рассеивание части эксергии теплоты в окружающую среду в период предпускового прогрева. Эта часть может быть довольно существенна, и ее необходимо обязательно учитывать при выполнении более точных тепловых расчетов.

Системы смазки двигателей могут быть без охлаждающих радиаторов, могут быть с радиаторами, которые включаются принудительно с помощью крана, имеющего два положения: «зима-лето». Большинство двигателей имеют радиаторы, охлаждающие моторное масло, которые включены в систему смазки через дроссельное отверстие или клапан-термостат. В первые минуты работы двигателя после пуска масло холодное и имеет высокую кинематическую вязкость. Поэтому через радиатор будет прокачиваться незначительное количество масла. По мере прогрева двигателя количество масла, поступающего в радиатор, будет возрастать до максимального значения.

Таким образом, для сокращения времени прогрева двигателя после пуска необходимо исключить поток теплоты через масляный радиатор, т. е.  $E_{пов}^{\delta\theta} = 0$ .

Многие современные двигатели имеют газотурбинный наддув с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха. В период прогрева двигателя на холостом ходу эксергию теплоты наддувочного воздуха можно принять с достаточной степенью точности равной нулю, или  $E_{пов}^{\delta\theta} = 0$ .

Коробки передач могут быть механическими, гидромеханическими и гидродинамическими. Гидромеханические коробки передач и гидродинамические передачи имеют радиаторы охлаждения масла. Радиаторы включены в систему смазки коробки через клапан-термостат. Клапан-термостат коробки передач работает аналогично клапану-термостату, установленному в системе смазки двигателя. Конструкция клапана не позволяет отключать радиатор от системы смазки коробки передач при температуре масла ниже

оптимального значения. Потерь теплоты можно избежать, если вместо клапана-термостата установить терморегулятор, состоящий из силового термодатчика, золотника и возвратной пружины.

Боковой поверхностью двигателя, коробки передач и других редукторов в окружающую среду рассеивается довольно большое количество теплоты. Боковая поверхность двигателя от влияния окружающей среды защищена стенками моторного отсека. Кроме того, в зимний период эксплуатации моторный отсек утепляется, что позволяет резко сократить потери эксергии теплоты боковой поверхностью двигателя.

Боковая поверхность коробки только частично защищена от воздействия окружающей среды. Большая часть коробки обдувается холодным воздухом, что увеличивает тепловые потери в окружающую среду. Боковые поверхности части агрегатов трансмиссии (например, ведущие мосты) подвергаются более интенсивному воздействию со стороны окружающей среды, что способствует еще большему увеличению тепловых потерь. Эти потери также можно значительно снизить путем применения теплоизоляционных покрытий корпусных деталей.

Эксергия теплоты, отведенной радиаторами или боковыми поверхностями двигателя и агрегатами трансмиссии, определяется по известному уравнению:

$$E_x = Q_x \left(1 - \frac{T_{oc}}{T_{cp}}\right), \quad (7)$$

где  $Q_x$  – количество теплоты, переданное через границы системы при переменной температуре, Дж/ч;

$T_{oc}$  – температура окружающей среды, К;

$T_{cp}$  – среднединамическая температура рабочего тела, К.

Теплообмен, происходящий в трансмиссии трактора, представляет собой совокупность одновременно протекающих нескольких видов теплопередач: конвективного теплообмена, излучения и теплопроводности.

Анализ литературных источников [4, 5] позволил установить, что основная доля теплоты, отводимой поверхностью силовой установки, приходится на конвективный теплообмен и только незначительная ее часть, в зависимости от конструкции агрегатов и способа их соединения с другими частями силовой установки, отводится лучистым

и контактными теплообменами, которыми в ряде случаев большинство авторов пренебрегают.

Величина конвективного теплообмена от поверхности радиаторов и боковой поверхности агрегатов силовой установки определяется по формуле

$$Q_{нов} = K_3 \cdot \bar{\alpha}_k \cdot F_a \cdot (\bar{T}_c - \bar{T}_{en}), \quad (8)$$

где  $K_3$  – коэффициент ослабления конвективного потока из-за загрязнения поверхности теплоотдачи. По данным [6], коэффициент ослабления можно принять  $K_3 = 0,96$ ;

$\bar{\alpha}_k$  – средний по поверхности коэффициент конвективной теплопередачи, Дж/м<sup>2</sup> · К · ч;

$F_a$  – площадь поверхности, участвующей в теплопередаче, м<sup>2</sup>;

$\bar{T}_c$  – средняя температура поверхности, участвующей в теплопередаче, К;

$\bar{T}_{en}$  – средняя температура воздуха, омывающего поверхность теплопередачи, К.

Осреднение величины  $\bar{\alpha}_k$  ведется по формуле

$$\bar{\alpha}_k = \frac{1}{F_a} \cdot \sum_{i=1}^n \alpha_k \cdot F_i, \quad (9)$$

где  $F_i$  – площадь поверхности теплопередачи, характеризующаяся одной величиной  $\alpha_k$ , м<sup>2</sup>.

Величина  $\alpha_k$  определяется из критериальных уравнений:

$$Nu = c \cdot Re^n \cdot Pr^m; \quad (10)$$

$$Nu = c \cdot (Gr)^m; \quad (11)$$

$$Nu = \frac{\alpha_k \cdot d_3}{\lambda} \text{ – критерий Нуссельта}; \quad (12)$$

$$Re = \frac{w \cdot d_3}{\nu} \text{ – критерий Рейнольдса}; \quad (13)$$

$$Pr = \frac{c_p \cdot \mu}{\lambda} \text{ – критерий Прандтля}; \quad (14)$$

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot d_n^3 \cdot \Delta T}{\nu^2} \text{ – критерий Грасгофа}, \quad (15)$$

где  $c$ ,  $n$ ,  $m$  – коэффициенты, определяемые по соответствующим таблицам по величине ( $Gr \cdot Pr$ ) [7];

$c_p$  – изобарная теплоемкость теплоносителя, Дж/кг·К;

$w$  – скорость движения теплоносителя, м/с;

$d_s$  – характерный размер для твердого тела, м;

$d_n$  – наружный диаметр трубы, м;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности теплоносителя, Вт/м·К;

$\nu$  – кинематическая вязкость теплоносителя, м<sup>2</sup>/с;

$\Delta T$  – температурный напор, К;

$\infty$  – динамическая вязкость теплоносителя.

Эксергия теплоты, отведенной в окружающую среду с отработанными газами,  $E_{oz}$ , определяется по уравнению (7). Теплота, уносимая отработанными газами  $Q_{oz}$ , подсчитывается, как

$$Q_{oz} = c_{pz} \cdot (G_g + G_T) \cdot (T_{oz} + T_{oc}), \quad (16)$$

где  $c_{pz}$  – изобарная теплоемкость отработанных газов, Дж/кг·К. Для дизелей  $c_{pz} \approx 1,09 \cdot 10^{-3}$  МДж/кг·К;

$G_g$  и  $G_T$  – часовые расходы воздуха и топлива, кг/ч;

$T_{oz}$  и  $T_{oc}$  – температуры отработанных газов в выпускном коллекторе или после турбины (при ее наличии) и окружающей среды.

У большинства современных тракторов отсутствуют системы разогрева и подогрева агрегатов трансмиссии, поэтому сразу после пуска двигателя их тепловой режим соответствует температуре окружающей среды. Следовательно, с учетом уравнения (6) и того, что после пуска двигателя

величины  $\sum_{i=1}^n E_p$ ,  $\sum_{i=1}^n E_{нов}^m$  и  $L_e^m$  близки к нулю,

уравнение эксергетического баланса (2) можно представить в следующем виде:

$$E_T - D_{nc} = E_{oz} + \sum_{i=1}^n D_m, \quad (17)$$

откуда 
$$\sum_{i=1}^n D_m = (E_T - D_{nc}) - E_{oz}. \quad (18)$$

С учетом равенств (1), (6), и (18) уравнение для эксергетического коэффициента теплоиспользования в режиме послепускового прогрева примет вид:

$$\eta_{\text{Э}} = \frac{(E_T - D_{nc}) - E_{oz}}{E_T}$$

или 
$$\eta_{\text{Э}} = (1 - \delta_{nc}) - \delta_{oz}, \quad (19)$$

где  $\delta_{nc}$  – доля эксергии теплоты от неполноты сгорания;

$\delta_{oz}$  – доля эксергии теплоты, отводимой с отработанными газами.

Таким образом, из уравнения следует, что эксергетический коэффициент теплоиспользования в первые минуты прогрева определяется в основном потерями эксергии теплоты с выхлопными газами и потерями химической эксергии топлива от неполноты сгорания. В этот период большая часть эксергии сгоревшего топлива полезно используется для разогрева всех систем силовой установки машины.

## ВЫВОДЫ

1. Методика оценки степени полезности использования сгоревшего в двигателе топлива позволяет оценить степень термодинамического совершенства машины в целом или каждого агрегата в отдельности.
2. Несложные расчеты показывают, что если использовать эксергию отработанных газов, то эксергетический коэффициент теплоиспользования может достигнуть довольно высоких значений – до 90%.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Эксергетический метод и его приложение* / В. М. Бродянский и др. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.
2. *Жмудяк Л. М.* Исследование возможностей совершенствования рабочих процессов дизелей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1974. – 25 с.
3. *Крохота Г. М.* Повышение эффективности эксплуатации энергонасыщенных тракторов в условиях Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Новосибирск, 1995. – 33 с.
4. *Блох А. Г.* Основы теплообмена излучением. – М.: Госэнергоиздат, 1962. – С. 19–25.
5. *Иванченко В. К.* Теплопередача. – М.: Энергия, 1969. – С. 26–30.

6. Рыбаков Т. Н. Методика определения температуры масла в коробке передач с переключением на ходу сельскохозяйственных тракторов // Науч. тр. / ОНТИ, НАТИ.– М, 1976.– С. 3–6.
7. Юдаев Б. Н. Теплопередача: учеб. для вузов.– Изд. 2-е, перераб. и доп.– М.: Высш. шк., 1981.– 319 с.

### EXERGY COEFFICIENT OF ECONOMIC UTILIZATION OF THE HEAT FROM ENGINE-BURNT FUEL

G. M. Krokhta, A. B. Ivannikov

*Key words:* diesel engine, power plant, after start heating, exergy coefficient of heat economic utilization, power loss, optimal heat conditions, waste gases, criteria of Nusselt, Prandtl, Grashof and Reynolds

*Methodical procedures are suggested to estimate the degree of economic utilization of the fuel burnt up in an engine. The procedures suggested allow to estimate the degree of thermodynamic perfection of a machine in whole, or each aggregate separately. Using the exergy of waste gas heat allows to increase the coefficient of heat utilization up to 90% in the period of machine heating.*

УДК 621.431.7

### ЭКСЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОТУРБИННОГО НАДДУВА ТРАКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Г. М. Крохта, доктор технических наук, профессор

Е. Н. Хомченко, аспирант

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: mshipo@mail.ru

*Ключевые слова:* газотурбинный наддув, выпускные газы, эксергия, эксергетический КПД, свободный выпуск, принудительный выпуск, эффективность наддува

*Предложена методика оценки эффективности газотурбинного наддува двигателя, работающего в широком диапазоне нагрузочных режимов. Установлена количественная и качественная зависимость между составляющими эксергии выпускных газов, что позволяет анализировать причины снижения ряда эксплуатационных характеристик двигателя с газотурбинным наддувом и применять те или иные конструктивные решения по их устранению.*

В общем балансе энергии, которая выделяется в результате сгорания топлива в поршневом двигателе, до 30–35% приходится на долю выпускных газов. Известны два способа использования энергии выпускных газов в двигателях: использование газодинамических явлений для улучшения показателей газообмена и применение дополнительных устройств (котлы-утилизаторы, волновые обменники давления, газовые турбины и т. п.).

На современных двигателях наиболее широкое распространение получили такие дополнительные устройства, как силовая турбина и газотурбинный наддув (ГТН). Однако наиболее широкое распространение получил газотурбинный наддув.

Традиционная система ГТН дизелей позволяет за счет частичной утилизации энергии вы-

пускных газов повысить мощность двигателей на 30–50% и улучшить их экономичность на 4–6%. Однако двигателям с ГТН свойственен ряд существенных недостатков: ухудшение экономичности на частичных нагрузках, снижение приспособляемости и, как следствие, ухудшение показателей, характеризующих эффективность газотурбинного наддува. Исследования, выполненные в НАТИ, ЦНИДИ, НАМИ, Новосибирском СХИ (НГАУ), показали, что экономичность двигателя без наддува выше, чем с наддувом, вплоть до 67–80% от номинальной мощности [1, 2].

В сельскохозяйственном производстве существует три основных режима, характеризующихся разной степенью загрузки двигателя: энергоемкий режим, у которого степень загрузки соответствует 90–95%, среднеэнергоемкий – 70–85% и мало-

энергоемкий – 50–65%. Доля энергоемких работ в среднегодовом объеме не превышает 30–35%.

Средняя загрузка двигателя определяется временем года, в течение которого выполняется та или иная работа, климатическими условиями, видом работ, составом машинно-тракторного агрегата и агротехническими требованиями.

Анализ литературных источников показал, что среднегодовая загрузка двигателей машин, используемых в сельскохозяйственном производстве, составляет около 61% от номинальной мощности [3].

Таким образом, в эксплуатационных условиях следует ожидать снижения эффективности применения нерегулируемого газотурбинного наддува двигателей.

Цель настоящего исследования – разработка методики, которая позволяет оценить степень эффективности газотурбинного наддува двигателей самоходных машин и наметить пути по ее повышению.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследования – термодинамические процессы в системе газотурбинного наддува.

При выполнении исследований использовался эксергетический метод, который базируется как на первом, так и на втором законах термодинамики, учитывает потери от необратимости реальных процессов и позволяет оценить степень термодинамического совершенства системы воздухооборудования двигателя [4].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для дальнейших рассуждений представим систему газотурбинного наддува в виде схемы (рис. 1).

В соответствии с представленной схемой эксергетический баланс системы можно записать в виде следующего равенства:

$$E_k = \sum_{i=1}^n E_{oz} + E_{xz} - E_{\epsilon z} - E_{xz} - \sum_{i=1}^n D_{mk}, \quad (1)$$

где  $E_k$  – термомеханическая эксергия воздуха на выходе из компрессора, Дж/ч;

$\sum_{i=1}^n E_{oz}$  – располагаемая термомеханическая составляющая эксергии отработанных газов перед турбиной, Дж/ч;

$E_{xz}^{oz}$  – химическая составляющая эксергии отработанных газов, обусловленная различием концентрации компонентов по сравнению с их концентрацией в окружающей среде, Дж/ч;

$E_x^{\epsilon z}$  – химическая составляющая эксергии выпускных газов, обусловленная различием концентрации компонентов по сравнению с их концентрацией в окружающей среде, Дж/ч;

$E_{\epsilon z}$  – термомеханическая составляющая эксергии выпускных газов, теряемая в окружающую среду (эксергия газов после турбины), Дж/ч;

$\sum_{i=1}^n D_{mi}$  – суммарные внутренние потери эксергии в турбокомпрессоре (в газозаподводящих патрубках, в проточной части и т.д.), Дж/ч.

Учитывая, что химическая концентрационная часть эксергии в турбокомпрессоре не используется, то  $E_x^{oz} = E_x^{\epsilon z}$ .

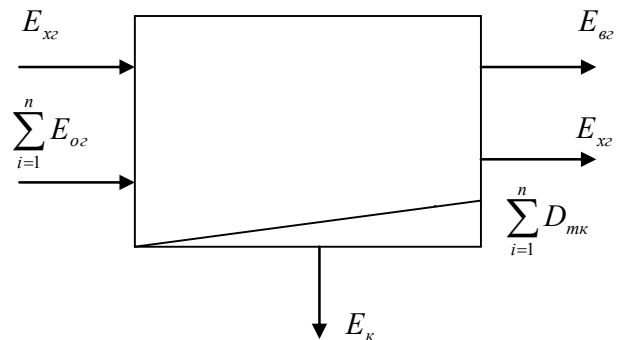


Рис. 1. Схема потоков эксергии в системе газотурбинного наддува двигателя

Для дальнейших рассуждений мы предлагаем разбить располагаемую эксергию отработанных газов перед турбиной на три составляющие и записать в виде равенства:

$$\sum_{i=1}^n E_{oz} = E_{oz}^T + E_p^{c\epsilon} + E_p^{np}, \quad (2)$$

где  $E_{oz}^T$  – термическая составляющая эксергии отработанных газов, Дж/ч;

$E_p^{c\epsilon}$  – механическая составляющая эксергии отработанных газов в период свободного выпуска, Дж/ч;

$E_p^{np}$  – механическая составляющая эксергии отработанных газов в период принудительного выпуска, Дж/ч.

Располагаемую термомеханическую эксергию отработанных газов можно определить по измеренным значениям температуры и давления торможения газов перед турбиной с помощью уравнения

$$\sum_{i=1}^n E_{oz} = H_1 - H_{oc} - T_{oc}(S_1 - S_{oc}), \quad (3)$$

где  $H_1, H_{oc}$  – параметры торможения рабочего тела: соответственно энтальпия системы при данных условиях и при равновесных с окружающей средой;

$S_1, S_{oc}$  – параметры торможения рабочего тела: энтропия при данных условиях и при равновесных с окружающей средой;

$T_{oc}$  – температура рабочего тела при равновесных условиях с окружающей средой.

Пульсацией давления и температуры газов перед турбиной пренебрегаем, полагая, что турбина работает при постоянном давлении выпускных газов.

В момент открытия выпускного клапана газы выходят из цилиндра со звуковой скоростью под относительно высоким давлением (0,3–0,8 МПа) (рис. 2).

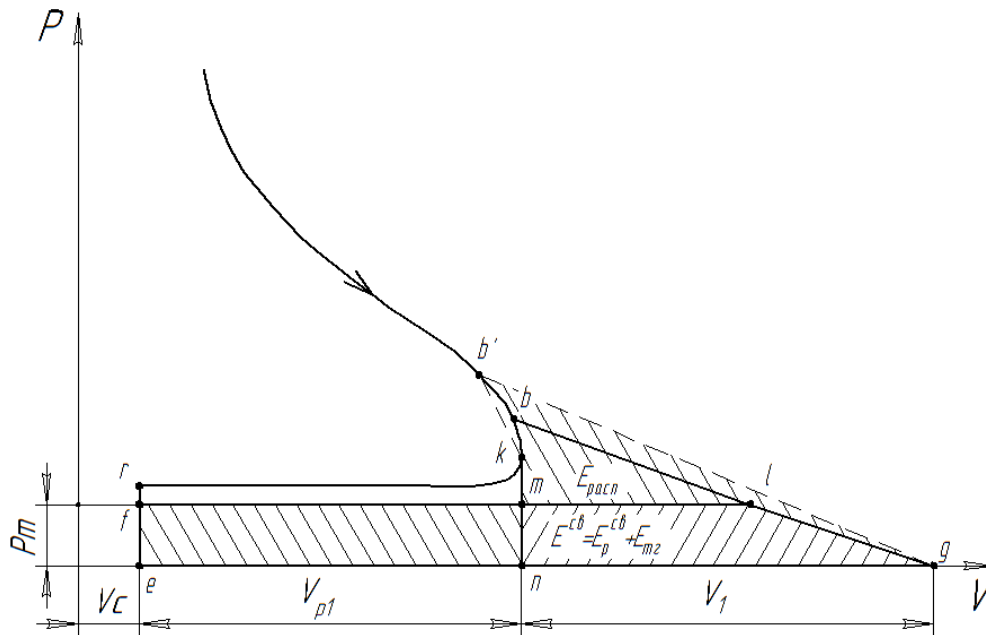


Рис. 2. Диаграмма эксергии отработанных газов и ее составляющие:

площадь  $efkmb'lgne$  – располагаемая эксергия отработанных газов ( $E_{pacn}$ );  $efkmb'g'ne$  – располагаемая эксергия отработанных газов при увеличении угла предварения открытия выпускного клапана ( $E_{pacn}^{\infty}$ );  $nmb'lgne$  – эксергия свободного выпуска ( $E_n^{ce}$ );  $efkmb'ne$  – эксергия принудительного выпуска ( $E_p^{np}$ )

В результате расширения в системе выпуска объем отработанных газов увеличивается на величину  $V_1$ , после чего они дополнительно расширяются в турбине до давления окружающей среды. В момент свободного выпуска из-за дросселирования давление газов уменьшается до величины  $P_T$ . Суммарные потери в клапанах, газозвдухоподводящих патрубках достигают больших величин, что приводит к существенному снижению максимальной работоспособности отработанных газов. В ряде публикаций [5] указывается, что работа свободного выпуска, реализуемая в турбине, не превышает 20–25% от располагаемой работы.

Допускаем, что свободный выпуск ограничен перемещением поршня от начала открытия выпускного клапана до его прихода в НМТ. В этот период выпускные газы, проходя через проточную часть турбины, совершают положительную работу, которая трансформируется в механическую работу компрессора.

В период принудительного выпуска, который начинается в НМТ и заканчивается в ВМТ, происходит очистка цилиндра от продуктов сгорания. Очистка цилиндра от продуктов сгорания осуществляется за счет механической работы соседних цилиндров. В данном случае совершается отрицательная работа. Очевидно, что чем меньше

доля составляющей  $E_p^{np}$  в равенстве (2), тем выше эффективность газотурбинного наддува.

Таким образом, при газотурбинном наддуве частично используется располагаемая эксергия отработанных газов ( $E_{расч}$ ) в виде суммы механической и термической составляющих эксергии отработанных газов ( $E_{оэ}^T + E_p^{св}$ ), а также часть механической работы, «снимаемой» с коленчатого вала двигателя в виде  $E_p^{np}$ .

Существующие системы газотурбинного наддува не позволяют исключить составляющую принудительного выпуска из уравнения (2). Поэтому, чтобы уменьшить долю  $E_p^{np}$ , необходимо увеличить величины двух других составляющих –  $E_{оэ}^T$  и  $E_p^{св}$ . Это может быть достигнуто путем полной загрузки двигателя либо путем изменения конструкции выпускного клапана, которая позволяет управлять моментом начала его открытия и конца закрытия.

Очевидно, что оценка эффективности существующих систем газотурбинного наддува, а также разработка новых систем представляют научный и практический интерес.

Термическую составляющую эксергии отработанных газов  $E_{оэ}^T$  можно определить по формуле [6]

$$E_{оэ}^T = C_{p_{оэ}} \cdot G_{оэ} (T_{вэ} - T_{оэ}), \quad (4)$$

где  $C_{p_{оэ}}$  – изобарная средняя удельная теплоемкость выпускных газов перед турбиной, Дж/кг·К;

$G_{оэ}$  – масса продуктов сгорания, кг/ч;

$T_{оэ}$  – температура выпускных газов перед турбиной, К.

Наличие давления отработанных газов перед турбиной  $P_T$  позволяет получить дополнительно некоторое количество работы, которая представляет собой механическую составляющую эксергии выпускных газов [6]:

$$E_p = G_{оэ} \cdot R_{оэ} \cdot T_{оэ} \cdot \ln \frac{P_T}{P_{оэ}}, \quad (5)$$

где  $R_{оэ}$  – газовая постоянная отработанных газов, Дж/кг·ч;

$P_T, P_{оэ}$  – давление отработанных газов перед турбиной и окружающей среды соответственно, Па.

В свою очередь, механическая составляющая эксергии отработанных газов ( $E_p$ ) включает в себя механическую составляющую эксергии свободного выпуска ( $E_p^{св}$ ) и механическую эксергию,

снимаемую с коленчатого вала в период принудительного выпуска ( $E_p^{np}$ ), что можно записать как

$$E_p^{св} = E_p + E_p^{np}. \quad (6)$$

В период принудительного выпуска совершается работа, количественно и качественно равная эксергии ( $E_p^{np}$ ):

$$E_p^{np} = A = \int_{\phi_{нмт}}^{\phi_{вмт}} A_i d\phi, \quad (7)$$

где  $A$  – работа, совершаемая над рабочим телом в период принудительного выпуска (часть работы, «снятой» с коленчатого вала за период принудительного выпуска).

Поскольку химическая составляющая не используется в системе газотурбинного наддува, то она полностью рассеивается в окружающую среду и в дальнейших расчетах не участвует.

Эксергетический КПД, характеризующий степень полезного использования эксергии отработанных газов в турбокомпрессоре, определяется равенством

$$\eta_{тк}^э = \frac{E_{к}}{\sum_{i=1}^n E_{вэ}}. \quad (8)$$

С учетом уравнений (1) и (2) эксергетический КПД турбокомпрессора можно записать как

$$\eta_{тк}^э = 1 - \delta_{оэ} - \sum_{i=1}^n \delta_{тк} \quad \text{или} \quad (9)$$

$$\eta_{тк}^э = \delta_{вэ}^T + \delta_p^{св} + \delta_p^{np} - \delta_{оэ} - \sum_{i=1}^n \delta_{тк}, \quad (10)$$

где  $\delta_{оэ}$  – доля эксергии отработанных газов, теряемая в окружающую среду;

$\sum_{i=1}^n \delta_{тк}$  – суммарные потери эксергии отработанных газов в турбокомпрессоре;

$\delta_{оэ}^T$  – доля термической составляющей эксергии отработанных газов, срабатываемая в турбине;

$\delta_p^{св}$  – доля механической составляющей эксергии отработанных газов в период свободного выпуска, срабатываемая в турбине;

$\delta_p^{np}$  – доля механической составляющей эксергии отработанных газов, снимаемая с коленчатого вала двигателя в период принудительного выпуска.

Из уравнений (9) и (10) вытекает частное равенство:

$$\delta_{oz}^T + \delta_p^{ce} + \delta_p^{np} = 1. \quad (11)$$

Приведенное равенство определяет количественное и качественное соотношение между составляющими эксергии отработанных газов.

Проведенные аналитические исследования и ряд полученных зависимостей позволяют объяснить причины снижения эксплуатационных характеристик двигателей с ГТН при его работе на частичных режимах, низких температурах окружающего воздуха и наметить пути по их устранению.

Напомним, что дополнительная подача воздуха в цилиндры двигателя используется для повышения мощности, развиваемой двигателем, или коэффициента приспособляемости по крутящему моменту. При этом применяют нагнетатели как с механическим приводом, так и с приводом от газовой турбины. Наиболее широкое распространение, как было ранее изложено, получил газотурбинный наддув.

При механическом нерегулируемом наддуве количество подаваемого в цилиндры двигателя воздуха зависит не от нагрузки, а только от частоты вращения коленчатого вала. Поэтому на частичных нагрузках дополнительная подача воздуха, не участвующего в сгорании, приводит к резкому снижению механического КПД.

Газотурбинному наддуву этот недостаток тоже присущ, но в меньшей степени, так как режим работы турбины зависит как от частоты вращения коленчатого вала, так и от степени загрузки двигателя.

Баланс эффективных мощностей компрессора и турбины и необходимый для разгона ротора турбокомпрессора избыток мощности могут достигаться при различных соотношениях составляющих частей эксергии отработанных газов  $\delta_{oz}^T$ ,  $\delta_p^{ce}$ ,  $\delta_p^{np}$  (рис. 3). Очевидно, что их соотношение определяет и эффективность газотурбинного наддува по нагрузочному режиму.

При прокрутке двигателя, например, от тормозного стенда, ротор турбокомпрессора будет вращаться. Вращение осуществляется за счет механической составляющей эксергии  $\delta_p^{np}$  воздуха, который проходит через проточную часть турбины, раскручивает ее и выбрасывается в окружающую среду.

Включение подачи топлива и повышение нагрузки сопровождается появлением долей  $\delta_{oz}^T$  и

$\delta_p^{ce}$ , составляющих эксергию отработанных газов. При работе двигателя на холостом ходу величина  $\delta_p^{np}$  будет максимальной. Очевидно, что по мере роста нагрузки доля составляющей  $\delta_p^{np}$  в общем балансе должна снижаться за счет увеличения долей  $\delta_{oz}^T$  и  $\delta_p^{ce}$  (см. рис. 3).

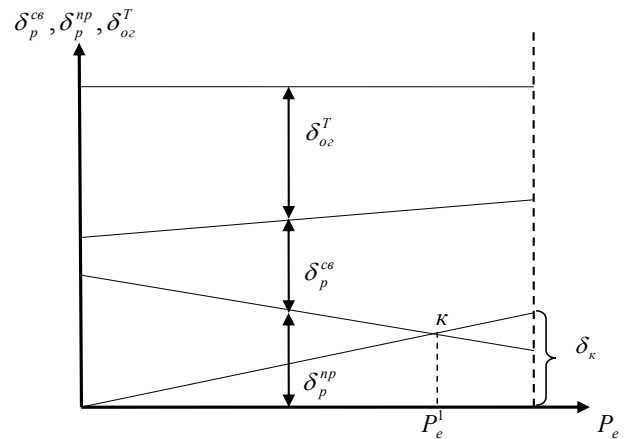


Рис. 3. Зависимость составляющих эксергии выпускных газов от нагрузки

С увеличением загрузки двигателя происходит рост температуры отработанных газов и давления в момент открытия выпускного клапана. В результате наблюдается рост механической составляющей  $\delta_p^{ce}$  с одновременным изменением в ту или иную сторону термической составляющей  $\delta_{oz}^T$ .

Следовательно, с повышением нагрузки рост доли механической составляющей свободного выпуска  $\delta_p^{ce}$  должен сопровождаться снижением доли механической составляющей принудительного выпуска  $\delta_p^{np}$ .

В турбокомпрессоре эксергия отработанных газов частично восстанавливается в виде сжатого в компрессоре воздуха. Доля эксергии, которая восстанавливается компрессором, определяется с помощью уравнений (1), (2), (8) и численно равна эксергетическому КПД, т. е.  $\delta_k = \eta_{mk}^{\partial}$ .

При работе двигателя на холостом ходу доля эксергии отработанных газов, которая может быть восстановлена в турбокомпрессоре, близка к нулю.

В зависимости от конструктивных особенностей системы выпуска отработанных газов двигателей, типа турбокомпрессоров, их конструктивного исполнения и уровня совершенства линии, ограничивающие долю принудительного выпуска  $\delta_p^{np}$  в эксергии отработанных газов и долю вос-

становленной эксергии  $\delta_k$ , могут пересекаться при каких-либо значениях нагрузки  $P_e^1$ . Пересечение линий  $\delta_k$  и  $\delta_p^{np}$  означает, что затраты на принудительное выталкивание отработанных газов из цилиндров двигателя компенсируются долей эксергии, восстановленной в турбокомпрессоре.

В случае, когда  $\delta_k > \delta_p^{np}$ , часть восстановленной эксергии выпускных газов в виде  $\Delta\delta_k$  или полезной работы турбины может передаваться на коленчатый вал двигателя и использоваться, повышая эксергетический КПД моторной установки. Подобные режимы являются определяющими для двигателей большой мощности, которые имеют высокую степень загрузки.

Последний случай, когда  $\delta_k < \delta_p^{np}$ , менее благоприятный. При этом баланс эффективных мощностей компрессора и турбины достигается за счет использования части эффективной мощности двигателя в виде  $\delta_p^{np}$ . Потерю двигателем части эффективной мощности компенсируют увеличением цикловой подачи топлива, что снижает экономичность моторной установки. Данные режимы являются определяющими для двигателей малой и средней мощности, которыми оснащены большинство сельскохозяйственных машин.

Таким образом, наличие постоянно включенного турбокомпрессора на частичных режимах становится неэффективным. Турбокомпрессор должен автоматически включаться и выключаться по заданному алгоритму. Система отключения турбокомпрессора должна обеспечивать его работу на холостом ходу за счет двух составляющих эксергии свободного выпуска –  $\delta_{ge}^T$  и  $\delta_p^{ce}$ . Это необходимо с целью обеспечения возможности быстрого выхода турбокомпрессора на требуемый режим работы. Доля эксергии принудительного выпуска  $\delta_p^{np}$  на частичных режимах, по возможности, должна быть сведена к нулю.

## ВЫВОДЫ

1. Вследствие несовершенства турбокомпрессоров и выпускных систем теряется до 80–90% располагаемой эксергии выпускных газов. Доля эксергии, приходящейся на принудительный выпуск, у большинства двигателей велика и зависит от нагрузочного режима.
2. Предложен эксергетический метод, позволяющий оценить эффективность газотурбинного наддува двигателя и наметить пути по ее повышению.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Маковеев Ю. П. Мкртумян З. А.* Исследование дизеля Д-240 с турбонаддувом // Тракторы и сельхозмашины.– 1973.– № 5.
2. *Крохта Г. М.* Исследование по повышению экономичности двигателя трактора Т-150К при механизации сельскохозяйственных процессов в условиях низких температур окружающего воздуха: дис. ... канд. техн. наук.– Новосибирск, 1977.
3. *Жегалин О. И.* Вероятностная оценка режимов работы тракторного двигателя // Тракторы и сельхозмашины.– 1985.– № 9.– С. 5–7.
4. *Бродянский В. М.* Эксергетический метод и перспективы его развития // Теплоэнергетика.– 1988.– № 2.– С. 14–17.
5. *Величковский А. Д.* Анализ энергоиспользования и систем воздухообеспечения в дизельных двигателях с газотурбинным наддувом // Тракторы и автомобили: сб. науч. тр. НИИСИ.– М., 1975.– Т. XII, вып. 2.
6. *Кукис В. С.* Работоспособность отработавших газов ДВС: Деп. в ЦНИИТЭИАвтопром.– 1988.– № 1874.

## EXERGY ESTIMATION OF GAS TURBOCHARGER EFFICIENCY IN TRACTOR ENGINE

G. M. Krokhta, E. N. Khomchenko

*Key words:* gas turbocharger, waste gases, exergy, free emission, forced emission, charger efficiency

*Methodical procedures are suggested to estimate the efficiency of gas turbocharger in the engine performing in a wide range of loading modes. Qualitative and quantitative relationship is identified among exergy constituting emission gases, which makes it possible to analyze the causes that impair some operational characteristics of the engine with gas turbocharger and take these or those designing decisions to do away with them*

# ЭКОНОМИКА

УДК 631.1

## АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА СФО

<sup>1</sup> Е. В. Рудой, доктор экономических наук

<sup>2</sup> Е. В. Афанасьев, кандидат экономических наук

<sup>3</sup> Н. И. Пыжикова, доктор экономических наук

<sup>3</sup> Н. В. Григорьев, кандидат экономических наук

<sup>1</sup> Новосибирский государственный аграрный университет

<sup>2</sup> Сибирский НИИ экономики сельского хозяйства

Россельхозакадемии

<sup>3</sup> Красноярский государственный аграрный университет

E-mail: Rudoy80@ngs.ru

**Ключевые слова:** Сибирь, макро-регион, сельскохозяйственное производство, тенденции, специализация и размещение, перспективы развития

*Определены сложившиеся тенденции сельскохозяйственного производства в Сибирском федеральном округе. Выявлены особенности производства основных видов сельскохозяйственной продукции в современных условиях. В формировании перспективной системы обеспечения округа продуктами питания большое значение будет иметь Западная Сибирь. Располагая значительным производственным потенциалом, она будет выступать крупным поставщиком продовольствия в районы Крайнего Севера и Дальнего Востока.*

Самым крупным экономическим районом России является Сибирский федеральный округ (СФО). Располагая значительным производственным потенциалом, СФО является крупнейшим производителем зерновых и животноводческих продуктов. Его доля в Российской Федерации в производстве зерна в 2010 г. составляла 21,9%, картофеля – 26,0, овощей – 12,9, мяса в убойной массе – 14,6, молока – 17,7 и яиц – 14,4%. Этот экономический район выступает и будет выступать в перспективе крупным поставщиком ряда продуктов в районы Крайнего Севера, Дальнего Востока и других регионов страны. В расчете на душу населения производство зерна в СФО превышает показатели по России на 61%, картофеля – 91, молока – 30,3, мяса в убойной массе – 7,5 и яиц – 5,9% [1].

Поэтому целью данного исследования является анализ сложившихся тенденций сельскохозяйственного производства с учетом специализации и размещения по регионам в Сибирском федеральном округе.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются тенденции и факторы, влияющие на развитие аграрного производства в Сибирском федеральном округе. В работе использованы абстрактно-логический, экономико-статистический, монографический, экспертный, балансовый методы.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С переходом на рыночные отношения произошло снижение сельскохозяйственного производства, ухудшилось экономическое положение его товаропроизводителей независимо от форм хозяйствования и собственности, поставив многие из них на грань банкротства. Предпринимаемые меры по стабилизации положения в сельском хозяйстве сталкиваются со значительными трудностями, связанными, в первую очередь, с большим опережением индекса цен на промышленную продукцию, используемую сельским хозяйством,

высокой степенью монополизации в перерабатывающих, заготовительных и торгующих предприятиях и их объединениях; уменьшением инвестиций в АПК и процесса воспроизводства основных средств. Под влиянием складывающейся экономической обстановки уровень производства основных продуктов сельского хозяйства находится на низком уровне. Особенно тяжелое положение сложилось в отраслях животноводства. Начиная с 1990 г. поголовье животных постоянно сокращается. Численность крупного рогатого скота во всех категориях хозяйств в СФО уменьшилась с 10,6 млн голов в 1990 г. до 4,2 млн голов, или на 6,4 млн голов (60,4%), свиней – на 2,3 млн голов (43,2%) и птицы – на 34,8 млн голов (42,5%).

Снижение поголовья скота, недостаток концентрированных кормов, низкая продуктивность животных привели к сокращению производства продукции животноводства. Производство молока, мяса в убойной массе, яиц во всех категориях хозяйств в СФО в 2010 г. по сравнению с 1990 г. сократилось соответственно на 3,8; 0,54 млн т и 936,3 млн шт. (40,4; 34,3 и 13,8%). Для большинства хозяйств производство мяса является убыточным. Возникли сложности и с реализацией продукции. Все это снизило заинтересованность хозяйств в увеличении производства, что при неотработанности ценового механизма между сельскими товаропроизводителями, перерабатывающей промышленностью и торговлей привело к сокращению численности скота и птицы, снижению производства животноводческих продуктов. Из-за возрастающего дефицита материальных и финансовых ресурсов, порожденного диспаритетом цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию, нарастает процесс разрушения накопленного потенциала, что приводит к переходу от интенсивного к экстенсивному типу ведения хозяйства, а значит, к потере качественных характеристик (урожайности, продуктивности, эффективности). Накопленный генофонд районированных в округе пород используется на 48–50%. При целевом стандарте удоя молока на 1 корову 4300–4500 кг фактическая продуктивность в СФО в 2010 г. составила 3649 кг.

Положение в отрасли животноводства может усугубиться в связи с присоединением России к ВТО. Наиболее серьезные отрицательные последствия ожидаются на рынке свинины [2].

Свертывается инвестиционная деятельность, разрушается материально-производственная база и снижается научно-технический уровень сель-

ского хозяйства. По сравнению с 1990 г. парк тракторов и зерноуборочных комбайнов в 2010 г. сократился в 3,8–3,9 раза. За этот период нагрузка на один трактор и зерноуборочный комбайн увеличилась в 3,1–3,2 раза. При нормативной нагрузке на трактор 73 га пашни она составила в 2010 г. 416 га, посевов зерновых на зерноуборочный комбайн соответственно 131 и 559 га. Это примерно в 4–5 раз выше, чем в США и ЕС. Сложное положение с обеспеченностью зернового производства сельскохозяйственной техникой в условиях сжатого периода благоприятных сроков уборки сопряжено с большими потерями урожая.

Ежегодно часть площадей пашни остается необработанной и незасеянной, ухудшается плодородие почвы, не соблюдаются системы земледелия и технологические пропорции производства. Идет стихийный процесс вывода сельхозугодий из оборота, происходит заустаривание, засорение брошенных земель. Так, в 2010 г. по сравнению с 1990 г. площадь продуктивных сельскохозяйственных угодий сократилась с 53,7 до 45,8 млн га, или на 7,9 млн га (14,7%), а площадь пашни – с 27,2 до 22,5 млн га (на 4,7 млн га, или 12,3%). По существу приостановлены работы по осушению, орошению земель, реконструкции действующих мелиоративных систем.

Вызывает тревогу низкий уровень использования достижений науки и техники. Происходит сокращение основных селекционных работ, невостребованными остаются лучшие генетические ресурсы. Разрушаются элитно-семеноводческие и племенные хозяйства, значительная часть племенного скота реализуется на мясо.

Ухудшилось финансовое положение сельскохозяйственных товаропроизводителей. Уровень доходов большей части сельскохозяйственных формирований (даже прибыльных) не позволяет им вести производство на расширенной основе, поддерживать материальную базу и социальную инфраструктуру.

Снижение объемов производства сельскохозяйственной продукции ограничивает возможность формирования источников бюджетных средств, сокращает сферу занятости работников как в сельском хозяйстве, так и в смежных отраслях экономики.

Сложившаяся специализация и размещение сельскохозяйственного производства по регионам показывают, что основной внутрорегиональный оборот сельхозпродукции формируется в Западной Сибири. Основными ресурсами зер-

на располагают Алтайский, Красноярский края, Новосибирская и Омская области, которые не только полностью обеспечивают свои потребности, но и обладают возможностями 3,4–3,5 млн т поставлять за пределы своих территорий. Однако зерновое хозяйство СФО испытывает серьезные качественные изменения. Начиная с 1991 г. в округе происходит постоянное сокращение посевных площадей зерновых культур и валовых сборов зерна. Так, в 2006–2010 гг. по сравнению с 1986–1990 гг. посевные площади зерновых культур по округу сократились на 3,8 млн га, или 27,4%, производство зерна за этот период уменьшилось более чем на 5,4 млн т (27,1%). При общем сокращении посевов зерновых культур площадь под пшеницей снизилась всего на 8,8%. В то же время под озимой рожью она сократилась в 3,5 раза. В большей степени произошло уменьшение посевных площадей зернофуражных культур: ячменя, овса, зернобобовых – соответственно на 27,2%, в 2,5 и 3,1 раза.

Сложившаяся структура зерновых в СФО несовершенна. Удельный вес пшеницы в 2010 г. составил 70%, что выше по сравнению с 1990 г. на 16 п. В ряде регионов незерновой специализации в среднем за этот период рост составил 26,6 п., а в Томской и Кемеровской областях соответственно 30 и 45,7 п. Расширение площади под пшеницей в округе не связано с ее дефицитом. Ежегодное потребление зерна пшеницы на продовольственные нужды составляет 2,5 млн т, семена – 1,5, техническую переработку – 0,3 млн т, а объем производства пшеницы составлял в среднем в 2006–2010 гг. 9,9 млн т, т. е. в 2,2–2,3 раза превышал внутренние потребности.

Из года в год производство зерна пшеницы устойчиво растет. Так, с 2006 по 2010 г. оно увеличилось на 14,2%. Произошедшие структурные изменения в посевах и производстве зерна в СФО вызваны многими причинами. К основным из них можно отнести: отмену обязательных поставок зерна государству; перенос ответственности за хлебофуражное снабжение отдельных территорий с федеральных на региональные органы власти; снижение покупательной способности населения на продукты питания животного происхождения, что привело к сокращению численности поголовья скота и спроса на фуражное зерно.

Необходимо отметить особенность зернового производства в СФО, которая заключается в том, что доля его в производстве зерна ниже, чем доля в посевах. Это связано с тем, что зер-

новая отрасль развивается на экстенсивной основе. Товаропроизводители фактически остаются со своими проблемами один на один, во многом полагаясь только на внутренние возможности развития. Продолжают сохраняться диспропорции между потребностями и производством зерна сильных и твердых пшениц, ржи, гречихи, проса и зернобобовых культур. Дефицит белка в зерновых кормах остается высоким. Не удовлетворяются потребности в семенах отдельных культур, особенно ранне- и среднеспелых сортов. Применение минеральных удобрений остается на низком уровне. Если в 1990 г. на гектар посевов зерновых культур вносились 36 кг д. в., то в 2010 г. всего лишь 3,9 кг д. в. Многие тысячи гектаров посевов из года в год вообще не получают удобрений. Вынос питательных веществ с урожаем компенсируется на 40–45%. В результате урожаи зерновых продолжают формироваться главным образом за счет естественного плодородия почв. Сдерживающим фактором уборочных работ является недостаток крытых токов, зерносушильно-очистительных мощностей и зернохранилищ. Все это не позволяет рассчитывать на увеличение производства зерна и улучшение его качества.

Несмотря на ряд изменений, которые происходят в зерновой отрасли, специализация на производстве отдельных видов зерна в регионах СФО сохраняется довольно устойчиво. Основными ареалами размещения товарного производства пшеницы являются Алтайский край, Новосибирская и Омская области. По уровню производства пшеницы на душу населения они превышают региональные показатели в 1,2–3,4 раза, что говорит о больших возможностях для формирования и развития специализированных зон товарной продукции с последующей ее реализацией в другие регионы страны и за рубеж. Производство ржи размещено в Алтайском крае, Кемеровской, Новосибирской, Омской областях, на их долю приходится более 88% от общего объема по СФО. Среди регионов наибольшими возможностями для развития производства крупных культур обладает Алтайский край, где сосредоточено более 90% проса и 94% гречихи от общего уровня СФО.

В настоящее время зерновое хозяйство является единственной эффективной отраслью в сельском хозяйстве, которое стимулирует деятельность многих других отраслей. Уровень рентабельности производства зерна в целом по СФО в 2010 г. составил 22,3%. Однако низкие реализа-

ционные цены на зерно не позволяют хозяйствам вести расширенное воспроизводство. При такой ситуации трудно рассчитывать на внедрение нововведений в зерновом производстве, которое бы отвечало технической и технологической осуществимости, рациональному использованию производственных ресурсов. Поэтому сложившиеся тенденции показывают, что для развития зерновой отрасли в первую очередь необходимо совершенствовать структуру производства зерна, улучшить размещение и концентрацию производства зерна в зонах его специализации.

Важное место в продовольственном и сырьевом балансах СФО занимают картофель и овощи. За последние годы в развитии картофелеводства и овощеводства произошли существенные изменения. Увеличился удельный вес личных подсобных хозяйств, который составлял в 2010 г. в целом по СФО по картофелю 97,3%, овощам – 88,1%. Перемещение производства в личные подсобные хозяйства населения не может сыграть стабилизирующей роли на продовольственном рынке. Отсутствие слаженной системы заготовок и реализации продукции не позволяет закупать овощи и картофель у населения в достаточных объемах. В результате имеющиеся свободные ресурсы остаются невостребованными и скармливаются животным. Поэтому проблема снабжения населения овощной продукцией в СФО остается сложной и требует кардинальных решений. Потребности населения округа в картофеле обеспечены полностью [3].

Устойчивое развитие сельского хозяйства регионов СФО, повышение уровня потребления продуктов питания по обоснованным нормам за счет собственного производства имеет важное значение. Развитие и размещение отраслей сельского хозяйства в значительной мере будет определяться структурными сдвигами сельскохозяйственного производства, обусловленными в первую очередь необходимостью рационализации структуры потребления пищевых продуктов, численностью, структурой и размещением населения, а также наличием ресурсов, позволяющих реализовать достижения научно-технического прогресса.

В обеспечении продовольствием населения СФО важное значение имеет реализация следующих основных принципов:

– ограничение импорта продовольствия в регионы округа (прежде всего мяса), расширение участия регионов в поставках продовольствия на российский продовольственный рынок;

– взаимная заинтересованность субъектов округа в развитии межрегиональных продовольственных связей;

– обеспечение регулирования движения продовольствия при координации ценовой политики и других экономических мерах.

Под влиянием территориальных различий в эффективности производства сельхозпродукции во всех экономических районах округа в перспективе необходимо увеличить малотранспортную продукцию для внутреннего потребления (картофель, овощи, цельное молоко, яйца, бройлеры, парное мясо). Потребности населения округа в хлебобулочных, крупяных и других продуктах в перспективе будут полностью обеспечены за счет своих ресурсов. Дальнейшее развитие получит специализация по производству зерна в Алтайском, Красноярском краях, Новосибирской и Омской областях. В целом из СФО в 2020 г. можно будет около 1 млн т зерна вывозить по межрегиональным связям.

Потребности населения в картофеле в округе будут удовлетворены полностью по рекомендуемым нормам. Наибольшими возможностями для формирования и развития специализированных зон для производства товарной продукции с последующей ее реализацией в другие регионы будут обладать Алтайский, Красноярский край, Омская, Иркутская области. Они способны поставить на внешний рынок 220–230 тыс. т картофеля.

Потребность населения в овощах за счет местного производства в округе будет удовлетворяться за счет местного производства на 75% от рекомендуемой нормы.

Перспективный уровень производства мяса в СФО в 2020 г. составит 1,5 млн т, или 76 кг в расчете на душу населения. Дефицит мясных продуктов сохранится. Особенно сильно будут нуждаться в завозе мясопродуктов Кемеровская, Томская, Иркутская области, а также Красноярский край. Полностью будут удовлетворяться потребности в мясных продуктах и возможен частичный их вывоз по межрегиональным продовольственным связям из Республики Алтай, Алтайского края, Новосибирской и Омской областей.

Производство молока и молочных продуктов в СФО в 2020 г. составит 8,5 млн т, что позволит обеспечить потребность населения на уровне рекомендуемой нормы – 390 кг.

**ВЫВОДЫ**

1. Под влиянием складывающейся рыночной конъюнктуры производство основных продуктов сельского хозяйства находится на низком уровне. Особенно тяжелое положение сложилось в отраслях животноводства, в частности в скотоводстве.
2. В обеспечении продовольствием населения СФО важное значение имеет реализация следующих основных принципов: ограничение импорта продовольствия в регионы округа (прежде всего мяса), расширение участия регионов в поставках продовольствия на российский продовольственный рынок; взаимная заинтересованность субъектов округа в раз-

- витии межрегиональных продовольственных связей; обеспечение регулирования движения продовольствия при координации ценовой политики и других экономических мерах.
3. В формировании перспективной системы обеспечения округа продуктами питания большое значение будет иметь Западная Сибирь. Располагая значительным продовольственным потенциалом, она может выступать крупным поставщиком зерна, молока и мяса, прежде всего в районы Крайнего Севера и Дальнего Востока. Поэтому от уровня и темпов развития аграрного производства Западной Сибири во многом будет зависеть снабжение сельхозпродуктами населения восточных районов округа.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. *Регионы России. Социально-экономические показатели. 2010: стат. сб. / Росстат.*– М., 2011.– 990 с.
2. *Конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции и продовольствия России в условиях присоединения к ВТО / И. Ушачев, А. Серков, С. Сиптиц, В. Чекалин, В. Тарасов // АПК: экономика, управление.*– 2012.– № 6.
3. *Оценка современного состояния сельскохозяйственного производства и продовольственного рынка в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах / Е. В. Рудой, А. К. Михальченко Е. В. Афанасьев, Н. В. Григорьев // Вестн. НГАУ.*– 2012.– № 1.

**ANALYSES OF THE TENDENCIES AND PROSPECTS OF AGROINDUSTRIAL PRODUCTION  
ADVANCE IN SIBERIAN FEDERAL OKRUG**

**E. V. Rudoy, E. V. Afanasyev, N. I. Pyzhikova, N. V. Grigoryev**

*Key words:* Siberia, macroregion, agricultural production, tendencies, specialization and distribution, prospects of advance

*The paper defines the tendencies built up in the agricultural production in Siberian Federal Okrug. It reveals main characteristics in the production of basic types of farm produce under modern conditions. West Siberia shall be of great importance when developing the perspective system to provide the Okrug with food stuffs. Having a great production potential, West Siberia shall be a big food supplier for the areas of the utmost North and Far East.*

УДК 631.145 (571.14)

## СДЕРЖИВАЮЩИЕ ФАКТОРЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АПК РЕГИОНА И СТРАТЕГИЯ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

А. Т. Стадник, доктор экономических наук, профессор  
С. Г. Чернова, кандидат экономических наук  
Тен Ен Дог, старший преподаватель  
Новосибирский государственный аграрный университет  
E-mail: [direczia@rambler.ru](mailto:direczia@rambler.ru)

**Ключевые слова:** инновационная экономика, стратегия развития, сельскохозяйственная продукция, паритет цен, продовольственная безопасность

*Представлены материалы по формированию стратегии инновационной экономики для организаций агропромышленного комплекса. Показано, что эффективное использование инновационных достижений как средство устойчивого развития АПК невозможно без организации комплексной системы их освоения в производстве, которое являлось бы важным промежуточным звеном между аграрной наукой и сельскохозяйственными товаропроизводителями.*

Экономическая ситуация, сложившаяся в сельском хозяйстве Новосибирской области к 2012 г., означает, что оно в предстоящий период имеет более ограниченные, чем в целом по СФО, возможности для эффективного развития.

Снижение уровня рентабельности по области гораздо значительнее, чем по СФО, что в сочетании с более выраженной в данном регионе тенденцией к удорожанию материально-технических ресурсов усиливает актуальность мер по оздоровлению экономического положения сельскохозяйственных организаций.

Стратегия формирования инновационной экономики должна исходить из требований взаимосвязанного сочетания регулирующих экономических рычагов и необходимости совершенствования рыночного экономического механизма управления. Необходима прямая финансовая поддержка сельскохозяйственного производства и сферы переработки продукции за счет бюджетных средств, направленных на осуществление мероприятий по повышению научно-технического уровня производства, создание социальной инфраструктуры села, развитие дорожного строительства, расширение базы переработки и хранения сельскохозяйственной продукции.

Цель исследования – разработать стратегию формирования инновационной экономики с учетом государственного регулирования.

Исходя из этого стояли задачи: сформировать подход к осуществлению перехода к инновационной экономике; разработать методические и практические предложения по формированию инновационной экономики.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования выступает система формирования инновационной экономики в АПК. В ходе исследования применялись монографический, расчетно-конструктивный, абстрактно-логический методы.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Российская Федерация вступила во Всемирную торговую организацию, а это требует новых подходов к финансированию сельского хозяйства. К примеру, согласно новой Государственной программе развития сельского хозяйства РФ до 2020 г., необходимо привлечь 10 трлн руб. кредитных ресурсов, в частности, на реализацию инновационных проектов по животноводству 5,2 трлн руб. (по мясному скотоводству 826,6 млрд руб., а по растениеводству – 1,7 трлн руб.). Средства позволят обеспечить к 2020 г. повышение производства российских продовольственных товаров, в том числе зерна до 115 млн т, сахара – до 5,4, растительного масла – до 3,3, картофеля – до 34, мяса и мясопродуктов до 9,7, молока и молокопродуктов – до 38,2 млн т [1, 2].

Государственная поддержка тем более необходима в отношении сельского хозяйства Новосибирской области, где роль аграрного сектора выходит далеко за территориально-отраслевые границы и где в то же время остро проявляются экстремальные природные условия.

Обоснование финансовых средств федерального бюджета, направленных на регулирование и субсидирование сельскохозяйственного производства Новосибирской области и в целом Сибири, должно исходить из того, что продовольственная база здесь имеет не только региональное, но и общереспубликанское значение. Соответствующее ее развитие является обязательным условием обеспечения возрастающего вклада Сибири в удовлетворение потребностей России в топливно-энергетических ресурсах, в древесине, продукции машиностроения и других отраслей промышленно-

сти, в валютных поступлениях. Вместе с тем необходима финансовая помощь сельскохозяйственным организациям по линии местных бюджетов, что связано главным образом с возмещением увеличивающихся расходов на производство продукции для самообеспечения данной территории и создания надлежащей сельской социальной инфраструктуры. Это связано еще и с тем, что в области производство и потребление основных продуктов питания, за исключением яиц, картофеля и хлебных продуктов, на душу населения отстает от медицинских норм (табл. 1).

Таблица 1

Потребление основных продуктов питания на душу населения в 2010 г., кг

| Показатели                 | Новосибирская обл. | СФО | РФ  | Медицинская норма |
|----------------------------|--------------------|-----|-----|-------------------|
| Мясо и мясопродукты        | 63                 | 68  | 69  | 73,4              |
| Молоко и молочные продукты | 290                | 264 | 247 | 387,5             |
| Яйца, шт.                  | 306                | 256 | 269 | 203               |
| Картофель                  | 108                | 134 | 104 | 75                |
| Овощи и бахчевые культуры  | 121                | 97  | 101 | 139               |
| Хлебные продукты           | 125                | 130 | 119 | 115               |

Фактический уровень потребления мяса и мясопродуктов, молока и молокопродуктов значительно отстает от норм, рекомендуемых Институтом питания АМН. Так, по мясу и мясопродуктам отставание от нормативного уровня составляло 14,2%, молоку и молокопродуктам – 25,3% [2, 3].

В условиях Новосибирской области, по сравнению с другими регионами, есть ряд дополнительных факторов, которые увеличивают себестоимость продукции сельского хозяйства. В связи с холодным климатом здесь на 15–20% возрастает расход нефтепродуктов и на 25–30% – затраты на ремонт техники. В области значительно дороже обходится транспортировка грузов в связи с дальними расстояниями и низкой обеспеченностью дорогами с твердым покрытием. Удельные капиталовложения в строительство типовых зданий и сооружений в регионе в 2–4 раза выше. Машины и оборудование на фондовых биржах Сибири на 10–30% дороже, чем в европейской части России.

Кроме того, региональные особенности ограничивают возможности сельскохозяйственных организаций области адаптироваться к современным условиям рынка. Среди них значительно сильнее, чем в западных регионах, выражена дефицитность материально-технических ресурсов, меньше выбор для замены менее доходных культур более доходными, большая удаленность от объектов инфраструктуры при слабо развитой дорожной сети

и др. Нельзя не учитывать, что система рыночных отношений до конца не сформирована, и что еще долго будут функционировать монопольные структуры на обеспечение сельского хозяйства материально-техническими ресурсами и переработку сельскохозяйственной продукции.

С учетом этих обстоятельств система рыночных отношений в Новосибирской области может быть эффективной, если будет включать отражающие региональные особенности экономические индикаторные регуляторы – гарантированные цены и дотации на отдельные виды сельскохозяйственной продукции, ограниченные цены на продукцию и услуги организаций-монополистов, бюджетное финансирование определенной части инвестиций, льготные условия налогообложения и кредитования. Такие индикаторы следует устанавливать как на федеральном уровне, так и на уровне субъектов Российской Федерации.

Влияние удорожающих факторов в Сибири проявляется сильнее, чем по России в целом. В 2010 г. по сравнению с 1990 г. себестоимость единицы большинства видов сельскохозяйственной продукции в Сибири возросла в более значительных размерах, а цена реализации (с учетом дотации) увеличилась либо в меньшей степени, либо в такой же мере, как в среднем по Российской Федерации [1, 4].

В Сибири более сильное сдерживающее влияние на повышение цен реализации сельско-

хозяйственной продукции оказывает отставание роста платежеспособного спроса населения. Исключения составляют районы нефте-, газо- и угледобычи, но эти районы занимают небольшой удельный вес в производстве сельскохозяйственной продукции. Если денежные доходы на одного человека по РФ составили в 2010 г. 16,0 тыс. руб., то по СФО только 13,5 тыс. руб. В то же время, к примеру, в Тюменской области они достигали 27,6 тыс. руб.

С учетом более быстрого увеличения в области затрат на производство сельскохозяйственной продукции и отставания роста платежеспособного спроса населения необходимо повысить размеры предоставляемой региону дотации на животноводческую продукцию. Одновременно с увеличением размера дотаций целесообразно дифференцировать их ставки по районам, а внутри них – по группам хозяйств.

Требуется усилить роль антимонопольных органов федерального и областного уровня по поддержанию паритета цен. Следует разграничить компетенцию этих органов по вопросам контроля и сдерживания цен на ресурсы и услуги. Республиканский антимонопольный комитет должен регулировать уровень цен по предприятиям-монополистам общереспубликанского значения, а областной (краевой) комитет – по предприятиям-монополистам областного (краевого) уровня.

Целесообразно скорректировать принятый в области порядок компенсаций из бюджета части стоимости материально-технических средств, используемых на производство продукции для федерального продовольственного фонда. Участие области в федеральном производственном фонде следовало бы учитывать и по той части продовольственных ресурсов, которая необходима для удовлетворения общереспубликанских нужд по промышленной продукции.

Наряду с нарушением паритета цен на продукцию сельского хозяйства и промышленности особую значимость приобрела в области проблема соотношения цен на зерно и продукцию животноводства. В целях поддержания паритета между важнейшими отраслями сельского хозяйства в области необходимо обеспечить соотношение цен, позволяющее иметь равную выручку при использовании зерна как на кормовые цели, так и при реализации товарного зерна.

Наряду с действием цен, складывающихся под влиянием спроса и предложения, на отдельные сельскохозяйственные продукты цены могут

быть фиксированными. Это относится, прежде всего, к молоку, являющемуся продуктом особой социальной значимости с точки зрения поддержания здоровья населения, обеспечения полноценного питания детей, пожилых людей, работников с вредными условиями производства. С учетом этого необходимо усилить поддержку производителей молока по линии федерального и местного бюджетов с тем, чтобы цены на молоко в розничной торговле снизить или по крайней мере стабилизировать.

Агропромышленное производство в области нуждается в более высоком участии федерального бюджета в решении задач, связанных с улучшением земли, повышением уровня технического оснащения сельского хозяйства, развитием социальной инфраструктуры села, модернизацией базы переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, осуществлением дорожного строительства. В дальнейшем было бы целесообразно не только довести удельный вес Сибири до среднереспубликанского уровня, но и обеспечить более высокую долю региона в централизованном финансировании, имея в виду общегосударственную роль его экономики и экстремальность природно-климатических условий ведения сельского хозяйства.

С вступлением РФ во Всемирную торговую организацию будет возрастать роль республиканских, краевых и областных органов управления в экономическом регулировании развития сельского хозяйства, включая ценообразование, бюджетное финансирование, кредитование, налогообложение, страхование, оплату труда. Это обеспечит гибкость мер экономического регулирования, повысит их действенность в развитии села. Однако разграничение федерального и территориального бюджетов должно отражать наряду с другими обстоятельствами и особенности сельского хозяйства Сибири, в том числе и Новосибирской области и, в частности, необходимость его поддержки за счет централизованных средств.

В результате приватизации большинства перерабатывающих предприятий их трудовыми коллективами усилился монополизм этих предприятий, стали более значительными его отрицательные последствия.

В связи с этим нуждается в изменении стратегия развития АПК, включая переориентацию структуры АПК на наиболее полное использование сельскохозяйственной продукции, отказ от сложившейся практики сосредоточения хранения

Таблица 2

Структура реализации сельскохозяйственной продукции по каналам реализации, % к итогу

| Показатели                   | Каналы реализации            |                   |   |  |                      |
|------------------------------|------------------------------|-------------------|---|--|----------------------|
|                              | заготовительным организациям | потребко-операции | перерабатывающим предприятиям, на рынке, через собственные магазины | населению через систему общественного питания, натуроплата | по бартерным сделкам |
| Зерно, всего                 |                              |                   |   |  |                      |
| 1995 г.                      | 55                           | 0                 | 19  | 21   | 5                    |
| 2000 г.                      | 26                           | -                 | 40  | 16   | 18                   |
| 2010 г.                      | -                            | -                 | 75  | 15   | 0                    |
| Картофель                    |                              |                   |   |  |                      |
| 1995 г.                      | 28                           | 1                 | 38  | 33   | 0                    |
| 2000 г.                      | -                            | -                 | 64  | 25   | 11                   |
| 2010 г.                      | -                            | -                 | 83  | 17   | 0                    |
| Овощи                        |                              |                   |   |  |                      |
| 1995 г.                      | 58                           | 0                 | 34  | 6  | 2                    |
| 2000 г.                      | -                            | -                 | 71  | 20   | 9                    |
| 2010 г.                      | -                            | -                 | 90  | 6  | 0                    |
| Скот и птица (в живой массе) |                              |                   |   |  |                      |
| 1995 г.                      | 63                           | 1                 | 15  | 18   | 3                    |
| 2000 г.                      | -                            | -                 | 77  | 16   | 7                    |
| 2010 г.                      | -                            | -                 | 98  | 1  | 1                    |
| Яйца (пищевые)               |                              |                   |   |  |                      |
| 1995 г.                      | 98                           | 0                 | 2   | 0  | 0                    |
| 2000 г.                      | -                            | -                 | 88,5  | 0,4  | 11,1                 |
| 2010 г.                      | -                            | -                 | 89  | 9  | 2                    |
| Молоко                       |                              |                   |   |  |                      |
| 1995 г.                      | 97                           | 0                 | 2   | 1  | 0                    |
| 2000 г.                      | -                            | -                 | 94  | 3  | 3                    |
| 2010 г.                      | -                            | -                 | 88  | 0  | 0                    |
| Шерсть (в физической массе)  |                              |                   |   |  |                      |
| 1995 г.                      | 99                           | 0                 | 1   | 0  | 0                    |
| 2000 г.                      | -                            | -                 | 98  | -  | 2                    |
| 2010 г.                      | -                            | -                 | 98  | 2  | -                    |

и переработки ее в крупных городах, переход на новые организационно-экономические структуры по переработке и реализации продукции, обеспечение комплексной переработки сельскохозяйственного сырья.

Следует более решительно переходить на создание инновационных перерабатывающих предприятий непосредственно в хозяйствах. В условиях Сибири это имеет особое значение, поскольку перевозка сельскохозяйственной продукции осуществляется на большие расстояния при низкой обеспеченности дорогами с твердым покрытием. Средние радиусы доставки сельскохозяйственной продукции на перерабатывающие предприятия Сибири в 1,5–2 раза длиннее, чем в европейской части России [5].

При организации переработки и интеграции с сельскохозяйственным производством, кроме сокращения потерь продукции, возникает ряд дополнительных преимуществ – расширяются финансовые источники предприятий за счет реализации не сырья, а готовой продукции; лучше используются отходы переработки и побочное сырье за счет того, что предоставляется возможность употребить их непосредственно на месте получения; повышается занятость работников и создается резерв продукции для межрегионального обмена (табл. 2).

В последние годы в реализации сельскохозяйственной продукции произошли принципиальные структурные изменения. На состояние рынка сельскохозяйственной продукции существенное влияние оказала отмена обязательных заданий

по продаже продукции государству и перевод отношений товаропроизводителей с государством на договорную основу. Происходит сокращение объемов закупок в региональные фонды с одновременным увеличением продажи по другим каналам. Основная масса продукции реализуется перерабатывающим предприятиям и через собственные магазины.

Новосибирская область в последние годы практически полностью находилась на самообеспечении продуктами животноводства. Так, уровень самообеспечения мясом и мясопродуктами в 2010 г. составлял 90,6% (в 2000 г. – 79,3), молоком и молокопродуктами – 92,3, (в 2000 г. – 95,8%).

При непосредственном участии государственных органов и под их контролем необходимо провести реформирование неплатежеспособных организаций, осуществить комплекс мер по финансовому оздоровлению и выводу из кризиса убыточных организаций, восстановить практику заключения двух- и многосторонних соглашений между товаропроизводителями и потребителями продукции, создать ряд структур на кооперативной основе для закупок сельхозпродукции. Особое внимание следует обратить на организацию кооперативов – потребительских, по оказанию производственно-технических услуг, лизингу сельскохозяйственной техники. Необходимо сформировать по важнейшим видам продукции районные и региональные оптовые рынки, организовать систему информационного и консультационного обслуживания производителей сельхозпродукции, объединить усилия местных производителей по организации маркетинга, рыночному прогнозированию, сертификации качества, приобретению дорогостоящей технологии и материалов, созданию кооперативных банков, контролю за использованием льготных кредитов, финансовому менеджменту и инновационной деятельности.

Приоритетное значение для сохранения продовольственной безопасности, структурной перестройки сельского хозяйства, качества и уровня продовольственного рынка имеет инновационная деятельность. Характер и экстремальные условия введения агропромышленного производства в регионе требуют высокого уровня использования достижения НТП, освоения адаптированных ресурсосберегающих технологий, внедрения прогрессивных форм хозяйствования и управления, повышения качества и конкурентоспособности собственной продукции [5].

Эффективное использование научно-технических достижений как средство устойчивого развития АПК невозможно без организации комплексной системы их освоения в производстве, которое являлось бы важным промежуточным звеном между аграрной наукой и сельскохозяйственными товаропроизводителями. Такая система должна функционировать на всех уровнях – федеральном, региональном, районном, а также на уровне товаропроизводителей независимо от форм хозяйствования. Поэтапная разработка и реализация целевых инновационных программ с участием органов местного самоуправления и государственных органов управления АПК позволит решить не только проблемы продовольственного самообеспечения региона, но и выйти на межрегиональные и зарубежные рынки продовольствия, что станет основой социально-экономической стабилизации и дальнейшего роста региональной экономики с учетом требований ВТО.

Региональные власти могут стимулировать инновационную активность как непосредственным финансированием научных исследований и разработок из средств местных бюджетов, так и косвенными методами (частичное или полное освобождение от местных налогов и сборов, инвестиционные налоговые льготы и кредиты, предоставление оборудования и помещений и т.п.). Средства для функционирования внедренческих формирований местных юрисдикций могут также поступать непосредственно от сельскохозяйственных товаропроизводителей или в порядке оплаты за консультирование. Одновременно необходимость выделения средств на внедренческую деятельность не исключает возможность развития в этой сфере предпринимательства. Успех функционирования организаций агропромышленного комплекса с вхождением РФ во Всемирную торговую организацию во многом будут зависеть от быстрого перевода АПК на инновационную экономику.

### ВЫВОДЫ

1. Формирование инновационной экономики АПК невозможно без серьезного государственного регулирования, так как, согласно Государственной программе развития сельского хозяйства до 2020 г., для этого потребуется привлечь 10 трлн руб. кредитных ресурсов.
2. Система инновационной экономики должна базироваться на экономических индикаторах,

- которые необходимо установить на правительственном уровне субъектов федерации.
3. Необходимо переходить на глубокую переработку продукции вплоть до организации инновационных перерабатывающих предприятий непосредственно в самих сельскохозяйственных организациях.
  4. Разработка и реализация целевых инновационных программ с участием органов местного самоуправления и государственных органов АПК позволит решить не только проблемы продовольственного обеспечения рынка, но и выйти на зарубежные рынки продовольствия, что станет основой дальнейшего роста региональной инновационной экономики.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стадник А.Т., Шелковников С.А., Исаева Г.В. Совершенствование системы бюджетного финансирования сельскохозяйственных предприятий // Вестн. НГАУ.– 2009.– № 8.– С. 56–60.
2. Методические подходы к определению эффективной модели интегрированных агроформирований в условиях перехода к инновационной диверсифицированной экономике.– М.: ООО НИПКЦ Восход-А, 2012.– 160 с.
3. Рудой Е.В. Развитие агропродовольственного рынка макрорегиона / Новосиб. гос. аграр. ун-т.– Новосибирск: Агро-Сибирь, 2011.– 191 с.
4. Современное состояние агропродовольственного рынка Сибири / А.Т. Стадник, Е.В. Рудой, Г.В. Исаева, Л.А. Цветкова // Вестн. НГАУ.– 2011.– № 5.– С. 96–100.
5. Организационный механизм внедрения инноваций в АПК на региональном уровне / А.Т. Стадник, С.А. Шелковников, С.Г. Чернова и др. // Вестн. НГАУ.– 2010.– № 4.– С. 128–131.

#### RESTRICTING FACTORS OF INNOVATION ADVANCE IN THE REGIONAL AIC AND STRATEGY OF ITS REGULATION.

A. T. Stadnik, S. G. Chernova, Ten En Dog

*Key words:* innovation economy, strategy of advance, farm produce, price parity, food safety

*The paper presents the materials to develop the strategy of innovation economy for AIC enterprises. It shows that the effective use of innovative achievements as a means of AIC sustainable development is not possible without organizing a comprehensive system of their exploration in production, which would be an intermediary element between agrarian science and agricultural commodity producers.*

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА В ИНТЕГРИРОВАННОМ АГРОФОРМИРОВАНИИ

**А. И. Сучков**, доктор экономических наук, профессор  
**Е. В. Гусева**, аспирант  
Новосибирский государственный аграрный университет  
E-mail: gusewa.el2012@yandex.ru

**Ключевые слова:** интеграция, холдинг, агроформирование, птицеводство, эффективность

*Охарактеризована деятельность птицеводческой организации, входящей в холдинг, освещены ее достижения и экономическая эффективность производства продукции. Даны рекомендации по повышению конкурентоспособности организации на рынке мяса птицы и продуктов его переработки.*

Для достижения конкурентоспособности птицеводческих предприятий необходима их интеграция, позволяющая перейти на инновационный путь развития агропромышленного комплекса. В данной статье рассматривается функционирование птицеводческого предприятия в интегрированной агропромышленной структуре. Цель исследования – выявить основные направления повышения эффективности производства продукции птицеводства в интегрированных агроформированиях.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования послужило ООО «Межениновская птицефабрика» Томской области. В ходе работы были использованы монографический, расчетно-конструктивный, нормативный методы.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Отрасль птицеводства является одной из важнейших составляющих агропромышленного комплекса Томской области. Она занимает особое место в продовольственном обеспечении населения.

В связи с этим на современном этапе остро стоит проблема стабилизации экономического развития птицеводческого подкомплекса и дальнейшего повышения эффективности производства продукции птицеводства.

Очевидно, что отрасль птицеводства, как и весь АПК, функционирует в постоянно изменяющихся экономических условиях, которые требуют поиска новых организационных форм, способствующих эффективной деятельности птицеводческих

предприятий. Нам представляется, что одним из вариантов развития птицеводства Томской области является создание интегрированных агропромышленных структур. Мировой и отечественный опыт доказал жизнеспособность и эффективность интеграции в данной отрасли.

Преимущества интегрированного производства в отрасли птицеводства состоят в том, что оно позволяет:

- формировать замкнутую, законченную схему производства продукции: комбикорма – яйца и мясо птицы – переработка – хранение – оптовая и фирменная реализация;
- оздоровить финансовое состояние сельскохозяйственных предприятий;
- направить финансовые ресурсы на строительство и реконструкцию птицеводческих ферм, внедрение современных инновационных технологий;
- преодолеть монополизм комбикормовых заводов;
- наращивать объемы и расширять ассортимент выпускаемой продукции;
- организовывать собственную торговую сеть;
- привлечь отечественных и иностранных инвесторов за счет надежного положения на рынке;
- создать условия для обеспечения занятости сельских работников и улучшения их материального положения [1].

Как подтверждает практика, интегрированные формирования, которые образуются в системе «сырье – комбикорма – потребитель», обычно состоят из птицефабрик, одной или нескольких сельскохозяйственных организаций, располагающих земельными ресурсами, и комбикормового завода [2].

Примером такого формирования является крупнейший в Западной Сибири холдинг – агропромышленное объединение, включающее несколько птицефабрик, в числе которых «Новосибирская

птицефабрика» Новосибирской области, «Межениновская птицефабрика» Томской области, «Каменская птицефабрика» Алтайского края, яичные птицефабрики Новосибирской области: «Агрофирма "Лебедёвская"», ОАО «Птицефабрика "Евсинская"»; Евсинский комбинат хлебопродуктов, выпускающий качественные комбикормовые смеси для кормления птицы; зерновое хозяйство – ОАО «Быстровское». Это дает возможность всем птицефабрикам объединить усилия в модернизации производства, наладить бесперебойное снабжение кормами, координировать общую ценовую политику.

ООО «Межениновская птицефабрика» не является родительской фермой, комплектация инкубационными яйцами производится с родительских ферм – ООО «Каменская птицефабрика» Алтайского края и ОАО «Евсинская птицефабрика» Новосибирской области. ООО «Межениновская птицефабрика» входит в этот холдинг – фабрики связаны между собой одной технологической цепочкой. Яйца с родительских ферм транспортируют в специальной машине, где поддерживается необходимая температура. Весь процесс транспортировки в Томск, обработки и закладки в инкубатор занимает 3–4 дня.

В августе 2008 г. предприятие, выкупив в Шегарском районе одно из убыточных хозяйств, создало ООО «Агрофирма "Межениновская"». Данное предприятие стало функционировать как обособленное подразделение ООО «Межениновская птицефабрика» по выращиванию зерновых, производству мяса крупного рогатого скота. В агрофирму «Межениновская» за год было вложено более 200 млн руб., закуплена новейшая сельскохозяйственная техника импортного производства, обновлены производственные мощности, построены складские помещения, запущен новый сушильный комплекс, первый такого класса в Сибири. При освоении новых мощностей выработка комбикормов и премиксов возросла до 120 т в сутки, что позволяет полностью удовлетворить потребности птицефабрики в комбикормах и устраняет зависимость от монополистов по производству данного вида корма.

Присоединив ООО «Агрофирма "Межениновская"», ООО «Межениновская птицефабрика» получило 12000 га земли. В результате возросло валовое производство зерна и расширилась сырьевая база для производства комбикормов. В 2008 г. обработано 6687 га и засеяно 4000 га, а в 2010 г. засеяно 9616 га. Для обработки сельскохозяйственных земель ООО «Межениновская птицефабрика» приобрело

тракторы, посевной комплекс высокого класса, опрыскиватели и другую современную технику.

В ООО «Агрофирма "Межениновская"» самой молодой отраслью является скотоводство. В настоящее время на базе агрофирмы «Межениновская» Шегарского района путем строительства и реконструкции создается современный комплекс.

Что касается конкретно ООО «Межениновская птицефабрика», то это предприятие по производству, переработке, упаковке, хранению и реализации мяса бройлеров. Оно учреждено на базе несостоятельной организации – АСХО «Межениновское».

ООО «Межениновская птицефабрика» по производственной мощности входит в число крупных российских сельскохозяйственных предприятий. Мощность птицефабрики составляет 12 млн цыплят-бройлеров французского кросса Ysa F-15. Продукция под логотипом Межениновской птицефабрики – мясо птицы, продукты переработки мяса – реализуется на продовольственном рынке не только в Томской области, но и в других регионах страны. Развитая торговая сеть фирменных магазинов решила проблему сбыта птицеводческой продукции.

Несмотря на экономический кризис, финансовое состояние предприятия за период с 2007 по 2009 г. было стабильным. Анализ производственно-финансовой деятельности птицефабрики показал, что основная деятельность, ради осуществления которой было создано предприятие, за анализируемый период была рентабельной.

Чистая выручка предприятия за этот период увеличилась на 513758 тыс. руб., или в 1,6 раза (с 802 027 до 1 315 785 тыс. руб.), а себестоимость реализованной продукции соответственно на 364 045 тыс. руб., или на 66,2% (с 549 733 до 913 778 тыс. руб.) (табл. 1).

Под влиянием опережающего темпа увеличения выручки по отношению к темпу роста себестоимости реализованной продукции эффективность основной деятельности повысилась.

От осуществления всех видов деятельности в конце анализируемого периода предприятие получило прибыль в размере 391141 тыс. руб., что на 142479 тыс. руб. больше прибыли в начале периода, составившей 248662 тыс. руб. Наличие в исследуемом периоде чистой прибыли свидетельствует об имеющемся источнике пополнения оборотных средств.

ООО «Межениновская птицефабрика» является лидером в производстве мяса цыплят-брой-

Таблица 1

**Финансовые результаты от реализации продукции ООО «Межениновская птицефабрика», тыс. руб.**

| Показатели                            | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г.   | 2009 г.   | 2010 г.   |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Выручка от реализации продукции       | 373 250 | 498 970 | 802 027 | 1 175 900 | 1 315 785 | 1 457 700 |
| Себестоимость реализованной продукции | 246 207 | 329 124 | 549 733 | 823 459   | 913 778   | 991 914   |
| Прибыль                               | 127 042 | 169 846 | 252 294 | 352 441   | 402 007   | 465 786   |
| Уровень рентабельности, %             | 51,7    | 51,6    | 45,9    | 42,8      | 44,0      | 47,1      |

Таблица 2

**Производственные показатели ООО «Межениновская птицефабрика»**

| Показатели                                 | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Производство мяса птицы (в живой массе), т | 6889    | 9488    | 14518   | 23518   | 25498   | 29154   |
| Сохранность бройлеров, %                   | 97,5    | 98,0    | 98,1    | 97,9    | 96,7    | 96,3    |
| Конверсия корма, кг                        | 1,71    | 1,68    | 1,66    | 1,69    | 1,68    | 1,68    |
| Срок откорма, дней                         | 39,7    | 38,9    | 38,6    | 39,4    | 39,9    | 40,3    |
| Средняя сдаточная масса 1 гол., г          | 2 166   | 2 178   | 2 179   | 2 182   | 2 211   | 2 293   |
| Среднесуточный прирост, г                  | 54,6    | 56,0    | 56,4    | 55,5    | 55,4    | 56,9    |

леров – 25,4 тыс. т в 2009 г. (171,6% к уровню 2007 г.), на долю которого приходится 60% от общего объема производства мяса птицы в хозяйствах всех категорий Томской области (табл. 2). В 2009 г. удельный вес предприятия по обороту мяса птицы на рынке области составил 62,9%. Основными конкурентами в производстве мяса птицы являются «Птицефабрика "Томская"» и торгово-посреднические предприятия, поставляющие в область продукцию из других регионов.

Конкурентными преимуществами ООО «Межениновская птицефабрика» являются современные технологии выращивания птицы, переработки мяса цыплят-бройлеров и налаженная система его реализации.

Вполне целесообразным представляется стремление любого хозяйствующего субъекта к увеличению доходов и прибыли от реализации продукции, для чего в первую очередь необходимо расширенное воспроизводство [3].

С этой целью на сегодняшний день ООО «Межениновская птицефабрика» планирует реализовать проект по созданию на своей базе единственного за Уралом племенного репродуктора по последнему слову агротехнической науки. Строительство селекционно-генетического центра обойдется примерно в 4 млрд руб. С такой идеей учредители предприятия уже выходили на Министерство сельского хозяйства и получили там одобрение.

Надо отметить, что для создания дополнительных производств необходимы значительные капитальные вложения. В данном интегрированном формировании учредитель-инвестор вкладывает необходимые средства в строительство

и реконструкцию ферм и комбикормового производства, в приобретение новой техники, в освоение и внедрение современных инновационных технологий, т. е. создает условия для того, чтобы производство продукции птицеводства было рентабельным.

Для более устойчивого развития ООО «Межениновская птицефабрика», повышения его конкурентоспособности на рынке птицепродуктов мы предлагаем:

- углубить переработку сырья;
- особое внимание уделять генетике, которая существенно влияет на продуктивность птицы;
- вести строгий учет и контроль качества готовых комбикормов;
- готовить высококвалифицированных специалистов для птицеводства и переработки его продукции.

Как показывает практика, сельскохозяйственные предприятия, которые своевременно организовали глубокую переработку мяса птицы, оказались более жизнеспособными и обеспечили расширенное воспроизводство. Расширение ассортимента выпускаемой продукции за счет ввода в эксплуатацию колбасного цеха, выпускающего колбасные изделия, копчености, полуфабрикаты, позволило предприятию освоить максимально возможную нишу на рынке птицепродуктов [4].

**ВЫВОДЫ**

1. Функционирование ООО «Межениновская птицефабрика» в интегрированной системе зависит от совместной деятельности агрообъединения, так как сырье для производ-

- ства, а именно яйцо, берется на родительских фермах других птицефабрик холдинга (их две – одна в Новосибирской области, а другая в Алтайском крае).
2. Создание предприятия, специализирующегося на производстве зерновых, позволило полностью удовлетворить потребности птицефабрики в комбикормах и устранить зависимость от монополистов по производству данного вида корма.
  3. Интегрированное формирование включает в себя также оптовую и фирменную торговлю произведенной и переработанной продукции птицеводства.
  4. Благодаря совместной работе предприятий в 2010 г. по отношению к 2005 г. объем производства продукции ООО «Межениновская птицефабрика» увеличился в 4,2 раза.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Борисова Л.* Агрохолдинги в Белгородской области // Экономика сел. хоз-ва России.– 2010.– № 1.– С. 54–57.
2. *Гордеева Л. Г.* Эффективность производства продукции птицеводства в интегрированных предприятиях // Экономика с.-х. и перераб. предпр.– 2011.– № 2.– С. 46–48.
3. *Гусева Е. В., Сучков А. И.* Инвестиции как основной фактор реализации научно-технического прогресса в бройлерном птицеводстве // Достижения науки и техники АПК.– 2012.– № 4.– С. 12–14.
4. *Четвериков А. В.* Эффективность производства продукции птицеводства в новых формированиях // АПК: экономика и управление.– 2009.– № 6.– С. 32–35.

### POULTRY FARMING OUTPUT EFFICIENCY IN INTEGRATED AGRODEVELOPMENT

**A. I. Suchkov, E. V. Guseva**

*Key words:* integration, holding, agrodevelopment, poultry farming, efficiency

*The paper characterizes the performance of a holding poultry farm. It also highlights its achievements and economic efficiency of poultry output production. Recommendations are given how to increase competitiveness of the farm at the market of poultry meat and the products of its processing.*

УДК 330.322:631+330.837

## ПРЕДПОСЫЛКИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

**И. Г. Чиркова**, кандидат экономических наук  
**А. В. Слепченко**, студент магистерской подготовки  
**Е. В. Полякова**, студент магистерской подготовки  
 Новосибирский государственный аграрный университет  
 E-mail: energy-project@ngs.ru

**Ключевые слова:** инвестиции, сбережения, мобилизация финансовых ресурсов сельского населения, сельские сообщества, устойчивое развитие сельских территорий

*Анализируются факторы, влияющие на инвестиционную активность домохозяйств сельской местности. Отмечается, что большинство россиян ориентированы преимущественно на сбережение свободных денежных средств, поэтому в основном размещают их на депозитных счетах в финансово-кредитных организациях. В качестве одного из источников свободных денежных средств рассматриваются компенсационные выплаты по вкладам населения, сделанным до 1991 г. Представлены наиболее перспективные формы размещения свободных денежных средств для сельского населения.*

Расширение предложения инвестиционных ресурсов представляет одну из главных компонент развития экономики на инновационной основе. Диверсификация источников и увеличение объема предложения инвестиций позволяют ускорить оборот денежной массы и интенсифицировать воспроизводственный процесс. Сбережения населения относятся к стратегическому инвестиционному ресурсу, который в современных российских условиях хозяйствования занимает незначительную долю на финансовом рынке. В силу ограниченного информационного доступа к услугам финансовых институтов население, особенно сельских территорий, обладает низкой инвестиционной активностью. В связи с этим целью работы является обоснование перспективных форм размещения свободных денежных средств сельских домохозяйств. Для реализации поставленной цели была решена задача анализа источников формирования свободных денежных средств и выявления специфики инвестиционного-сберегательного поведения сельских жителей.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом изучения является механизм трансформации свободных финансовых ресурсов сельских домохозяйств в инвестиции с точки зрения создания условий для устойчивого развития сельских территорий. В рамках системного подхода при проведении экономического исследования использовались такие методы, как монографический, сравнительный, аналитических группировок.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Социально-экономические предпосылки инвестирования в условиях рыночной экономики определяются стремлением инвестора наиболее выгодно разместить накопленный капитал, а со стороны экономической системы — эффективно преобразовать инвестиции в целях наращивания общественного благосостояния страны. Существующий финансовый рынок не способен обеспечить высокую степень мобилизации свободных финансовых ресурсов частных инвесторов, поэтому в России инвестиционный вариант использования накапливаемых населением денежных средств пока еще не получил широкого распространения. В структуре инвестиционных ресурсов по институциональным секторам домашние хозяйства занимают около 30%. Причины такого положения заключаются в том, что россияне ориентированы на сбережение средств, а не на их приумножение. По данным социологических опросов [1–3], примерно 43% жителей России размещают свои свободные денежные средства, используя различные финансовые инструменты: на депозиты приходится 55% активов, на инвестиции в акции — 30. При этом инвестировать в корпоративные ценные бумаги готовы лишь 6,7% участников опроса, приобретать полисы пенсионного фонда — 1,5, страховые полисы — 0,9%. В это же время 57% респондентов хранят деньги дома либо на банковской карте, т. е. временно выводят свои финансовые ресурсы из денежного оборота.

Большая доля денежных средств, размещенных на депозитах в финансово-кредитных организациях России, принадлежит физическим лицам. Такое размещение денежных средств для населения представляет наименее рискованные вложения с учетом проводимой в стране политики по страхованию вкладов (табл. 1).

Потребности экономики в целом по Российской Федерации в инвестициях в основной капитал могут быть полностью удовлетворены за счет размещенных на депозитах средств. Исключение составляют такие промышленно развитые регионы, как Кемеровская и Томская области с небольшой

плотностью населения, на территории которых размещено фондоемкое производство. Инвестиции в основной капитал сельского хозяйства России, направляемые на инновационное развитие предприятий агросектора, в 2 раза меньше, чем затраты на технологические инновации в промышленном производстве, которые в среднем составляют 500 млрд руб. в год и могут быть обеспечены 6,6% сбережений физических лиц, размещенных во вкладах [4]. Однако банковская политика в отношении формирования процентных ставок по кредитам ограничивает мобилизацию сбережений в реальный сектор экономики.

Таблица 1

**Ежегодный размер инвестиций в основной капитал и денежных средств юридических и физических лиц, размещаемых на депозитных счетах финансово-кредитных организаций Российской Федерации (2010–2012 гг.), млн. руб**

| Регион                      | Инвестиции | Вклады   |                 |                |  |
|-----------------------------|------------|----------|-----------------|----------------|--|
|                             |            | всего    | юридических лиц | физических лиц | приходится на вклады населения в Сбербанке России, % |
| Российская Федерация        | 8764864    | 11963146 | 4484633         | 7478513        | 12,3   |
| Сибирский федеральный округ | 895248     | 616891   | 92385           | 524506         | 57,9   |
| Алтайский край              | 55651      | 58523    | 9142            | 49381          | 76,9   |
| Кемеровская область         | 149295     | 99452    | 16457           | 82995          | 57,9   |
| Новосибирская область       | 122494     | 121510   | 20354           | 101156         | 41,9   |
| Томская область             | 78574      | 41221    | 5652            | 35569          | 47,6   |

В соответствии с данными табл. 1, наибольшим доверием у населения сибирских регионов пользуется Сбербанк России, где и размещается гражданами около 57% вкладов от общего числа депозитов, открытых в финансово-кредитных учреждениях. Сбербанк обладает широкой филиальной сетью, которая охватывает и сельскую местность. Кроме этого, он использует при работе с физическими лицами такой финансовый инструмент, как персональное финансовое планирование (ПФП). ПФП позволяет правильно выявить потребность клиента в зависимости от его личных финансовых целей и сформировать комплексное продуктивное предложение. Для достижения финансовых целей у клиента есть два источника: стартовый капитал и регулярные вложения. Составление финансового плана позволяет распределить денежные средства клиента между банковскими продуктами в соответствии с рисками (табл. 2). Комплексное продуктивное предложение состоит из следующих компонентов:

1) сберегательный счет для поддержания резерва ликвидных средств на текущие расходы и непредвиденные обстоятельства;

2) накопительное и инвестиционное страхование жизни для защиты от жизненных рисков, накоплений на финансовые цели и формирования «подушки финансовой безопасности»;

3) депозитные продукты (вклады, сберегательные сертификаты) для накопления на финансовые цели;

4) инвестиционные продукты для приумножения капитала и финансовых накоплений: паевые инвестиционные фонды (ПИФы), обезличенные металлические счета (ОМС).

Использование ПФП актуально для жителей сельской местности, потому что дает им возможность диверсифицировать источники размещения свободных денежных средств посредством получения квалифицированной помощи специального банковского консультанта. Такая услуга Сбербанка снижает риск мошенничества в отношении малоинформированных о функционировании финансовых рынков сельчан.

Низкая инвестиционная активность сельского населения определяется, в частности, высокой долей трудового дохода, который в России находится на уровне 80%, примерно такая же ситуа-

Риск-профили клиентов в соответствии с градацией Сбербанка России

| Тип<br>риск-профиля | Рекомендуемое распределе-<br>ние денежных средств<br>по банковским продуктам, % |        |      |     | Цель клиента   |
|---------------------|---|--------|------|-----|--|
|                     | страхо-<br>вание  | вклады | ПИФы | ОМС |  |
| Консервативный      | 10  | 80     | -    | 10  | Сохранить накопленный капитал  |
| Осторожный          | 10  | 70     | 10   | 10  | Минимизация риска. В долгосрочной перспективе – наращивание первоначальной суммы инвестирования  |
| Уравновешенный      | 10  | 60     | 15   | 15  | Достижение более высокого дохода, чем по депозитам. Стремление сохранить большую часть капитала при наименьшем риске   |
| Умеренноагрессивный | 10  | 40     | 25   | 25  | Значительно увеличить первоначальную сумму, для чего клиент рискует большей частью своих активов при большой вероятности негативного изменения инвестиционной части портфеля |
| Агрессивный         | 5   | 25     | 35   | 35  | Получить максимальный доход при вероятности значительного риска, связанного с вложениями в фонды акций даже при долгосрочных инвестициях                                     |

ция в Японии и Китае — 78%, тогда как в Европе и США трудовой доход составляет 65–68%. В странах Европы, Северной Америки и России на долю агросектора в добавленной стоимости приходится 1,2–2,2%, тогда как в Китае — около 10%. Однако в совокупных сбережениях на сбережения сельских жителей Китая приходится 18–20%, в России — не более 10% [5, 6]. Это свидетельствует о низком совокупном доходе сельчан. Одним из направлений повышения доходов сельского населения является содействие развитию личного подсобного хозяйства (ЛПХ) и крестьянских (фермерских) хозяйств (КФХ). Так, в Новосибирской области 56% экономически активного сельского населения заняты в ЛПХ. Количество КФХ в Томской области за последние годы увеличилось в 1,3 раза, индивидуальных предпринимателей — в 1,7 раза. Стимул роста — реализация областной программы «О дополнительных мерах по снижению напряженности на рынке труда в 2009–2011 годах» [7].

Дополнительным источником свободных средств для населения стали компенсационные выплаты по вкладам, сделанным до 1991 г. В соответствии с соглашением между Министерством финансов Российской Федерации и Сбербанком России, на последний возложены обязанности по ведению компенсационных выплат в порядке, определенном Правительством России [8, 9]. В период 2010–2012 гг. ежегодно получали компенсационные выплаты порядка 95 тыс. че-

ловек, проживающих на территории деятельности Сибирского Банка ОАО «Сбербанк России» (табл. 3).

Компенсационные выплаты городскому и сельскому населению практически соизмеримы. В сравнении с размером текущих депозитов общий размер компенсационных выплат достаточно мал. Поэтому нами была произведена оценка потребительской ценности компенсационной выплаты для гражданина (табл. 4). Покупательная способность полученной выплаты сопоставлялась со стоимостью автомобиля, который считался приоритетным приобретением для граждан при плановой экономике и по-прежнему остается необходимым объектом покупки.

Из-за инфляционных процессов потребительская ценность компенсационной выплаты, как видно из табл. 4, снизилась. Однако производимые компенсационные выплаты могут представлять интерес в плане коллективных инвестиционных вложений в развитие сельской инфраструктуры посредством создания местных сельских сообществ в форме некоммерческих организаций.

Так, в Европе и США ведется поддержка независимых инициатив в области сельской энергетики. Финансируются осуществляемые сельскими общественными объединениями проекты, направленные на проведение оценки энергоиспользования, разработку планов по снижению потребления энергии от традиционных источников и установке интегрированных систем возоб-

Таблица 3

Ежегодные компенсационные выплаты по вкладам населения до 1991 г. и размер вкладов физических лиц на рублевых счетах по Сибирскому Банку ОАО «Сбербанк России» (2010–2012 гг.), млн руб.

| Субъект Российской Федерации | Размер депозитов | Сумма выплат | Выплаты горожанам | Выплаты сельчанам |
|------------------------------|------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| Алтайский край               | 34488            | 162,3        | 66,5              | 95,8              |
| Томская область              | 42932            | 59,7         | 31,1              | 28,6              |
| Кемеровская область          | 42932            | 168,2        | 89,1              | 79,1              |
| Новосибирская область        | 14956            | 169,7        | 91,6              | 78,1              |

Таблица 4

Пример расчета размера компенсационной выплаты и ее потребительская оценка в текущих ценах для гражданина 1943 г. рождения

| Год закрытия счета | Сумма на счете до 1991 г. | Размер компенсационной выплаты, руб.                                      | Стоимость автомобиля («Волга»), которую возможно оплатить за счет полученной компенсационной выплаты, % |
|--------------------|---------------------------|---|---|
| 1991               | 10 000                    | 10 000  | 100   |
| 1992               | 10 000                    | 39 400  | 80  |
| 1993               | 10 000                    | 42 400  | 75  |
| 1994               | 10 000                    | 45 400  | 55  |
| 1995               | 10 000                    | 48 400  | 50  |
| Период 1996–2012   | 10 000                    | 41 400+6000 руб. на ритуальные услуги, если вкладчик умер позднее 2001 г. | 8   |

новляемой энергетики для всего сельского сообщества. Доля финансовых ресурсов федерального бюджета по каждому проекту не превышает 50%.

Объединение сельскохозяйственными предприятиями своих материальных, финансовых и трудовых ресурсов для создания совместных энергетических структур сыграло довольно значительную роль в процессе электрификации (1920–1926 гг.) в России. Паевые товарищества строили электростанции, электролинии, устанавливали электродвигатели, выдавали членам товарищества ссуды и авансы на электрификацию, распространяли среди членов товарищества электротехнические знания. Причем электростанции, принадлежащие товариществам, были освобождены от уплаты промыслового налога и местных надбавок к нему [10, 11].

В настоящее время особую актуальность в связи с реформой ЖКХ приобретает организация на основе общественной инициативы сельских товариществ собственников жилья. Деятельность таких ТСЖ, образованных в границах кондоминиума (включает земельный участок и расположенные на нем малоквартирные жилые здания, дома усадебного типа), направлена на создание и управление объектами общего пользования на селе [12].

Интерес для вложения свободных денежных средств участников ТСЖ могут представлять мероприятия по расширению водоснабжения, так как сегодня менее 40% сельского населения обеспечены централизованным водоснабжением. В соответствии с водной стратегией агропромышленного комплекса России [13] развитие сельскохозяйственного водоснабжения ориентировано на устройство централизованных систем в виде локальных и групповых водопроводов. Так, до 2020 г. доступность групповых водопроводов намечается обеспечить для 5,8 тыс. населенных пунктов с количеством населения 11 млн человек, а в зону действия локальных водопроводов включить еще 96,7 тыс. населенных пунктов с населением 22,8 млн человек.

Инвестиционная активность сельского населения в современных экономических условиях может быть также усилена путем включения сельских сообществ в такие целевые программы, как «Социальное развитие села». Например, в Томской области за счет реализации этой программы уровень газификации сельских домовладений удалось повысить до 15%. Фактический объем финансирования мероприятий по программе «Социальное развитие села Томской области» за 2011 г. составил 568,3 млн руб. (из них федеральный бюджет — 92,3 млн руб., консоли-

дированный бюджет области — 393,6 млн руб., внебюджетные источники — 79,4 млн руб.) [14]. Денежные поступления из внебюджетных источников могли бы быть профинансированы на 36% сельскими жителями Томской области за счет компенсационных выплат.

### ВЫВОДЫ

1. В силу инертности инвестиционно-сберегательного поведения россиян и наименьшего риска депозитных вкладов из-за проводимой в стране политики по страхованию вкладов население размещает свои свободные денежные средства именно на депозитах финансово-кредитных организаций. Однако мобилизация этих сбережений физических лиц в инвестиции в реальный сектор экономики сдерживается банковской политикой формирования процентных ставок по кредитам.
2. В условиях ограниченности информации о функционировании финансовых рынков для сельских жителей актуальным становится использование такого финансового инструмента, как персональное финансовое планирование, которое поддерживает комплексный подход к формированию банковского продукта. С помощью банковского консультанта сельчанин может в зависимости от своих личных финансовых целей выбрать не только депозитные продукты, но и паевые инвестиционные фонды, обезличенные металлические счета, а также накопительное и инвестиционное страхование жизни.
3. Для активизации прямых инвестиций необходимо модернизировать на основе эволюционных изменений в соответствии с существующей институциональной средой существующие в практике плановой экономики формы привлечения и аккумуляции капитала сельских жителей для создания инфраструктурных объектов. В этом плане также целесообразно использовать зарубежный опыт организации сельских сообществ в рамках реализации российской стратегии развития ЖКХ на селе. Такое направление инвестирования сельской инфраструктуры будет способствовать устойчивому развитию сельских территорий.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колесников А. А. Механизм трансформации сбережений населения в инвестиции: автореф. дис. ... канд. экон. наук. — М., 2007— 45 с.
2. Садкова Ж. А., Городилова А. Ю. Мониторинг инвестиционной активности населения России // Вестн. ХГАЭП.— 2011.— № 4—5 (55—56).— С. 4—10.
3. Леонов В. Социологические аспекты мотивации финансового поведения населения // Социология: теория, методы, маркетинг.— 2005.— № 4.— С. 132—146.
4. Инвестиции в России. 2011: стат. сб./ Росстат.— М., 2011.— 330 с.
5. Информационные источники [Электрон. ресурс].— Режим доступа: <http://www.ecb.europa.eu>; [http://korpos.tomsk.ru/standard\\_of\\_living.html](http://korpos.tomsk.ru/standard_of_living.html).
6. Шашинов С. А. Сбережения домашних хозяйств и проблемы их статистического изучения на микроуровне // Вопросы статистики.— 2003.— № 1.— С. 13—25.
7. Denizer C., Wolf H. Household Savings in Transition Economies/ [Электрон. ресурс].— Режим доступа: <http://www-wds.worldbank.org>.
8. О порядке осуществления в 2010—2012 годах компенсационных выплат гражданам Российской Федерации по вкладам в Сберегательном банке Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 25 декабря 2009 г. № 1092.
9. О восстановлении и защите сбережений граждан Российской Федерации: закон Российской Федерации от 10 мая 1995 г. № 73-ФЗ (в ред. постановления Правительства РФ от 28.12.2010 № 1171).
10. Чиркова И. Г. Энергетическая безопасность АПК Сибири в условиях инновационного развития экономики: монография.— Новосибирск: ИД «Окарина», 2010.— 365 с.
11. Rural Family Economic Success: Earn It, Keep It, Grow It [Электрон. ресурс].— Режим доступа: <http://www.aecf.org/upload/publicationfiles/rf2022k559.pdf>.
12. Водная стратегия агропромышленного комплекса России на период до 2020 года.— М.: Изд-во. ВНИИА, 2009.— 72 с.

13. *Методические* рекомендации по реформированию жилищно-коммунального хозяйства на селе.– М.: ФГНУ «Росинформагротех» [Электрон. ресурс].– Режим доступа: <http://base1.gostedu.ru/50/50893/#i206773>.
14. *Информационные* источники [Электрон. ресурс].– Режим доступа: [http://agro.tomsk.ru/doc\\_eaa/stat/doclad\\_za\\_2011\\_4.pdf](http://agro.tomsk.ru/doc_eaa/stat/doclad_za_2011_4.pdf).

#### PREREQUISITES OF RURAL POPULATION INVESTMENT ACTIVITY

**I. G. Chirkova, A. V. Slepchenko, E. V. Polyakova**

*Key words:* investments, savings, rural population financial resources mobilization, rural communities, sustainable development of rural territories

*The paper analyzes the factors that exert an influence on the investment activity of rural households. It is marked that most Russian people mainly tend to save their free cash means, therefore they deposit money into an account at financial and credit institutions. Compensatory payments on deposits, which had been done by 1991, are considered as one of the sources of free monetary means. The paper presents the most perspective forms of depositing the free monetary means for the rural population.*

## ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

### ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКАЗНИК «КИРЗИНСКИЙ»: ПРОГРАММА РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ И КОМПЛЕКСНОЙ БИОТЕХНИИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ

**В. Б. Ермолик, соискатель\***  
**Новосибирский государственный аграрный университет**  
**E-mail: vb-ermolik@mail.ru**

На основании постановления Совета Министров РСФСР № 336 от 11 апреля 1958 г. на территории Новосибирской области 12 сентября 1958 г. организован заказник федерального значения «Кирзинский», который расположен в Барабинской лесостепи на стыке двух районов – Барабинского и Чановского. Общая его площадь – 157584 тыс. га.

Заказник образован с целью сохранения, воспроизводства и восстановления численности диких животных, охраны среды их обитания и поддержания общего экологического баланса лесостепной зоны юга Западной Сибири.

Видовой состав животного мира в заказнике типичен для Барабинской лесостепи. Здесь обитают многие лесные виды – лось, косуля, кабан, заяц-беляк, барсук, лисица, колонок, горностаи, рысь и жители степных районов – корсак, светлый хорёк, тушканчики и др. Из птиц, наряду с белой куропаткой и тетеревом, встречаются характерные для открытых пространств и околородные – многочисленные виды гусей и уток, кулики, чайки, серый журавль, серая цапля, лебедь-кликун, малый лебедь, шилоклювка, перепел.

Биологическое разнообразие составляет около 2500 видов, более 90% которых приходится на беспозвоночных. Из основных таксономических групп на территории заказника обитает около 350 видов птиц, около 80 видов млекопитающих, 7 видов земноводных и 3 вида пресмыкающихся, 11 видов рыб.

Одной из задач заказника является сохранение комплекса сезонных станций (кормовых, гнездово-защитных, размножения) для большинства животных. Именно территория Кирзинского за-

казника обладает этим комплексом, но некоторые станции (особенно кормовые) к настоящему времени значительно нарушены. Поэтому в ближайшее время необходимо проведение биотехнических мероприятий, которые должны быть направлены на улучшение условий жизнедеятельности как многих видов, населяющих территорию, так и отдельных таксономических групп или видов животных.

Из числа животных, особенно нуждающихся в поддержке человека, наиболее уязвимы зимующие виды животных. Зимний период для подавляющего числа видов наиболее тяжелый. Если летом кормовая база угодий в некоторой мере обеспечивает потребность диких животных в кормах, то зимой количественный и качественный состав кормов беден. В то же время энергетические затраты животных зимой значительно выше, чем в теплое время года, питание малокалорийными грубыми кормами не обеспечивает восполнение энергетических затрат организма. В результате переживания достаточно длительного зимнего периода наблюдается повышенная гибель животных, особенно молодняка.

Из ряда публикаций (Юргенсон, 1966; Романов и др., 1976, и др.) известно, что зимняя гибель птиц достигает 50% от зазимовавшего поголовья. В неблагоприятные зимы гибнет значительная часть мелких млекопитающих, молодняк копытных.

За последние 20 лет изменились места массовых гнездований и пути миграций водоплавающих птиц. Причиной этому послужили негативные процессы, происходящие в сельском хозяйстве не только на данной территории, но

---

\* Научный руководитель – д-р вет. наук, проф. засл. деятель науки РФ П. Н. Смирнов.

и по всей Западной Сибири. Значительно сократились площади возделываемых земель, особую ценность из которых представляли сеяные однолетние и многолетние бобовые растения, масличные культуры (подсолнух, рапс), посевы яровых и озимых злаков.

На территории заказника в последние десятилетия сельскохозяйственные организации сократили возделывание пахотных земель на 70%. Если в конце 90-х годов прошлого века обрабатывалось около 22,60 тыс. га пашни, то в настоящее время возделывается только 6,25 тыс. га.

Брошенные земли зарастают сорняками и кустарниками. Кормовая емкость территории заказника уменьшилась в несколько раз. За период с 1990 по 2010 г. численность лося сократилась в 2,3 раза, серого гуся – в 27, уток речных видов – в 10 раз.

Анализ хозяйственной деятельности, проводимый сотрудниками Западно-Сибирского филиала Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства в лучших охотничьих хозяйствах региона, показывает, что стабильно высокая численность животных, разнообразие видов в данных хозяйствах обеспечиваются масштабностью проводимых биотехнически мероприятий, высоким качеством охраны.

В заказнике «Кирзинский» круглогодичная белковая и минеральная подкормка, охрана мест зимней концентрации (зимних стоянок) – важнейшие факторы стабилизации и роста популяции таких видов, как лось, косуля, кабан, заяц-беляк, а также боровой дичи.

Биотехнические мероприятия в заказнике, безусловно, будут направлены и на управление численностью журавлей, лебедей, гусей и уток как наиболее многочисленных видов на его территории.

Следует иметь в виду, что организация подкормки животных не должна ставить своей целью их полное обеспечение в течение года. Целью подкормки является поддержка ряда видов зверей и птиц в наиболее тяжелый период, а также отвлечение их от дорог, промышленных и жилых территорий, где они подвергаются дополнительной опасности.

Особенно нуждаются в подкормке зимующие виды животных – лось, косуля, кабан.

Многолетние наблюдения показали, что осенью и весной, когда лоси переходят с одного корма на другой, естественные природные корма не

удовлетворяют их потребности. В осенний период лоси используют в питании веточные корма, но по возможности выходят и в сельхозугодья – на клевер, посевы озимых культур, рапс. Особенно они важны для беременных самок, испытывающих острую потребность в минеральных добавках, необходимых для нормального формирования и развития плода.

Косуля еще больше нуждается в подкормке и более отзывчива на улучшение условий обитания. При достаточной и качественной подкормке плодовитость взрослых самок косули в среднем составляет 2–3 детёныша, что позволяет за несколько лет значительно увеличить численность популяции.

Состав излюбленных кормовых растений косули значительно шире. Они охотно кормятся на кормовых полях с овсяно-гороховой смесью, подсолнухом, рапсом, донником, люпином, люцерной, козлятником восточным.

После более чем столетнего отсутствия вновь вошел в состав биоценозов Западной Сибири кабан, став их неотъемлемым элементом и важнейшим охотничьим видом. Оптимально допустимая плотность заселения кабана в лесостепной зоне, при условии подкормки в зимнее время, составляет 20–30 особей на 1000 га свойственных виду угодий.

Кабаны охотно употребляют в пищу различные злаковые и бобовые растения, овсяно-гороховую смесь, сенаж из этих зерновых культур, кукурузу, все виды зерна и их производные (комбикорм, отруби, жмых, пивную дробину), топианбур, многие виды овощей (картофель, свеклу, морковь и др.), охотно кормятся на полях люпина, который обладает еще и противогельминтными свойствами.

Для подкормки водоплавающей дичи и тетеревиных птиц используются посев и скашивание в валы зерновой смеси. Это способствует улучшению кормовых условий их обитания и одновременно, при должной охране угодий, увеличению их численности.

Кормовые поля расширяют запасы летне-осенних кормов и удерживают животных в местах, желательных для их концентрации.

В качестве кормовых культур рекомендуем высаживать следующие растения: зерновые – кукуруза, овес, озимая рожь, озимая пшеница; однолетние бобовые и злаковые травы – вика яровая и озимая; многолетние бобовые и злаковые травы – люцерна, люпин, эспарцет.

На территории заказника имеются значительные площади залежной земли – около 15000 га. Только около бывшего населённого пункта Новокрасулино заброшенные пашни занимают площадь свыше 1000 га. Эти земли в настоящее время никем не возделываются, зарастают лесом, кустарниками, сорной растительностью. Подобные залежные земли после рекультивации могут успешно использоваться в качестве кормовых полей.

Последовательная рекультивация земель сельскохозяйственного назначения как никогда актуальна и необходима в ближайшее время, поскольку отвечает основной доктрине государственной политики — обеспечение экологической безопасности, развитие сельского хозяйства как отрасли.

Возврат в севооборот земель сельскохозяйственного назначения на основе современных передовых технологий создаст ряд положительных факторов по сохранению биоразнообразия в зоне Кирзинского заказника. Для этого Западно-Сибирским филиалом Всероссийского НИИ охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова при Российской академии сельскохозяйственных наук была разработана Программа рекультивации земель сельскохозяйственного назначения и проведения биотехнических мероприятий для восстановления кормовой базы диких животных на территории государственного природного заказника федерального значения «Кирзинский», которая была утверждена на Коллегии Министерства природных ресурсов и экологии РФ 24 января 2012 г.

В соответствии с программой планируется использовать возрождённые пашни в рамках биотехнических мероприятий для полноценной подкормки многих видов животных из природных популяций. Биотехнические мероприятия в комплексе предусматривают восстановление мощной кормовой базы территории заказника. Весной 2012 г. (май – июнь) запланирован био-

технический цикл работ по созданию кормовых полей на территории заказника в объеме 1000 га (подсолнечник – 200 га, овсяно-гороховая смесь – 500, люцерна – 100, рапс – 100, козлятник – 50, просо – 50 га).

Большая часть работ будет производиться работниками заказника. Для этих целей планируется дополнительное приобретение сельхозтехники.

Без взвешенной государственной политики очень сложно проводить работы в таком масштабе. В случае реализации намеченного плана данные поля без дополнительных затрат возвращаются в севооборот, в противном случае в ближайшие годы данные земли как пашни будут безвозвратно утрачены.

Таким образом, для предотвращения деструкционных процессов в природных охраняемых территориях целесообразно проведение ряда биотехнических мероприятий, направленных на поддержание системно-экологического, а следовательно, и социоэкологического равновесия, что и предусмотрено программой развития заказника «Кирзинский».

В этих условиях заказники являются своеобразной формой, позволяющей за счет охраны и частичного ограничения хозяйственной деятельности на его территории обеспечивать сохранение природной среды в естественном состоянии.

Реализация программы развития заказника «Кирзинский» уже в ближайшее время даст возможность восстановить потенциально допустимую численность основных видов охраняемых животных, особенно лося, косули, кабана.

Проведение широкомасштабной рекультивации земель на территории заказника будет способствовать процессу нормализации жизнедеятельности популяций всех видов животных, а это основная задача деятельности любого природного заказника, направленной на сохранение главного национального достояния России – природы и окружающей среды.